



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Docket No: Q77134

Fujio AKAHANE, et al.

Appln. No.: 10/647,668

Group Art Unit: 3726

Confirmation No.: 2143

Examiner: Unknown

Filed: August 25, 2003

For: METHOD OF PUNCHING MINUTE HOLE, METHOD AND APPARATUS FOR
MANUFACTURING LIQUID EJECTION HEAD USING THE SAME

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith are two (2) certified copies of the priority documents on which
claims to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to
acknowledge receipt of said priority documents.

Respectfully submitted,

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

23373

CUSTOMER NUMBER

Per Amick By No. 38,157
tr/ Darryl Mexic
Registration No. 23,063

Enclosures: **Japan 2002-243480**
Japan 2003-292468

Date: April 19, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 2 3 日
Date of Application:

Fujio AKAHANE, et al. Q77134
METHOD OF PUNCHING MINUTE HOLE,
Darryl Mexic 202-293-7060
April 19, 2004
1 of 2

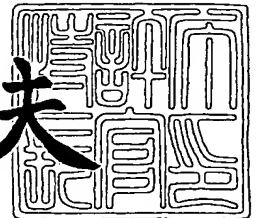
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 0]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 J0092775

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/16

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 赤羽 富士男

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 高島 永光

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 羽毛田 和重

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 上杉 良治

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 紅林 昭治

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 1 3 9

【選任した代理人】

【識別番号】 100107076

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤網 英吉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0109826

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 微細穴の穿設加工方法およびそれを用いた液体噴射ヘッドの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プレス加工により金属基板に微細穴を穿設加工する方法であって、ポンチを所定ピッチで列設し、上記列設されたポンチの列設方向に沿った両側部をガイド部材により挟持してガイドし、ガイドされた状態で各ポンチを金属基板に押込むことにより、列状に並んだ微細穴を形成することを特徴とする微細穴の穿設加工方法。

【請求項 2】 上記各ポンチはベース部材に列設され、ベース部材を昇降させて列状に並んだ上記微細穴を同時に形成する請求項 1 記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 3】 上記ポンチは平行な 2 辺を有する多角形型の断面形状を呈するものであり、各ポンチは上記 2 辺が列設方向に沿うよう列設され、上記列設されたポンチの列設方向に沿った両側面をガイド部材により挟持してガイドするようにした請求項 1 または 2 記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 4】 上記ガイド部材には、列設されたポンチ同士の間隙に面する、ポンチの側面をガイドする突部が設けられている請求項 3 記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 5】 上記突部は、列設されたポンチ同士の間隙の 1 つおきに設けられている請求項 4 記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 6】 列設されたポンチ同士の間隙の 1 つおきに設けられた上記突部は、列設方向に沿ったポンチの両側面に配置されたガイド部材間において、千鳥状に配置されている請求項 5 記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 7】 上記ガイド部材の突部は、研削加工によって形成されたものである請求項 4 ～ 6 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 8】 上記ポンチの断面形状は矩形である請求項 3 ～ 6 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 9】 第 1 ポンチにより金属基板に非貫通状の窪部を形成する第 1

工程と、第 2 ポンチにより上記窪部の底部を打ち抜いて貫通穴を形成する第 2 工程とを含み、上記第 1 ポンチおよび第 2 ポンチを上記ガイド部材でガイドする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 1 0】 ピッチが 0. 3 mm 以下で列設された上記微細穴を形成する請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 1 1】 開口の大きさが 0. 2 mm 以下の上記微細穴を形成する請求項 1 ～ 1 0 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 1 2】 上記微細穴の開口寸法に対する貫通寸法の比が 0. 5 以上の上記微細穴を形成する請求項 1 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 1 3】 上記金属基板における塑性加工による加工部に上記微細穴を形成する請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 1 4】 上記塑性加工による加工部が V 字状の底部を有する窪部である請求項 1 3 記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 1 5】 上記金属基板がニッケル基板である請求項 1 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 1 6】 圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向を貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、前記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、上記溝状窪部の開口面を封止すると共に、上記溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属材製の封止板とを備え、上記圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板の連通口を請求項 1 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法によって形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プレス加工により金属基板に直径や長辺が 0. 5 mm 以下程度の円

形や矩形等の微細穴を穿設加工する微細穴の穿設加工方法およびそれを用いた液体噴射ヘッドの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

液体噴射ヘッドの一例として用いられているインクジェット式記録ヘッド（以下「記録ヘッド」という）は、共通インク室から圧力発生室を経てノズル開口に至る一連の流路を、ノズル開口に対応して複数備えている。そして、小型化の要請から各圧力発生室は、記録密度に対応した細かいピッチで形成する必要がある。このため、隣り合う圧力発生室同士を区画する隔壁部の肉厚は極めて薄くなっている。また、圧力発生室と共通インク室とを連通するインク供給口は、圧力発生室内のインク圧力をインク滴の吐出に効率よく使用するため、その流路幅が圧力発生室よりもさらに絞られている。

【0003】

このような微細形状の圧力発生室およびインク供給口を寸法精度良く作製する観点から、従来の記録ヘッドでは、シリコン基板が好適に用いられている。即ち、シリコンの異方性エッチングにより結晶面を露出させ、この結晶面で圧力発生室やインク供給口を区画形成している。

【0004】

また、ノズル開口が形成されるノズルプレートは、加工性等の要請から金属基板により作製されている。そして、圧力発生室の容積を変化させるためのダイヤフラム部は、弾性板に形成されている。この弾性板は、金属製の支持板上に樹脂フィルムを貼り合わせた二重構造であり、圧力発生室に対応する部分の支持板を除去することで作製されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記した従来の記録ヘッドでは、シリコンと金属との線膨張率の差が大きいため、シリコン基板、ノズルプレートおよび弾性板の各部材を貼り合わせるにあたり、比較的低温の下で長時間をかけて接着する必要があった。このため、生産性の向上が図り難く、製造コストが嵩む一因となっていた。このため、

塑性加工によって圧力発生室を金属製基板に形成する試みがなされているが、圧力発生室が極めて微細であること、および、インク供給口の流路幅を圧力発生室よりも狭くする必要があること等から加工が困難であり、生産効率の向上が図り難いという問題点があった。

【0006】

また、上記各圧力発生室には、圧力発生室とノズル開口とを連通させる連通口を穿設する必要がある。ところが、上記圧力発生室は、細長く微細な溝状凹部を小さいピッチで多数列設する必要がある、上記連通口は、開口寸法が小さい微細穴を上記溝状凹部の底部に小さいピッチで多数列設する必要がある。したがって、極めて加工が難しく、高い精度で加工することが困難で、生産効率の向上が図り難いという問題点があった。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、塑性加工により微細穴を精度よく形成することができる微細穴の穿設加工方法およびそれを用いた液体噴射ヘッドの製造方法の提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の微細穴の穿設加工方法は、プレス加工により金属基板に微細穴を穿設加工する方法であって、ポンチを所定ピッチで列設し、上記列設されたポンチの列設方向に沿った両側部をガイド部材により挟持してガイドし、ガイドされた状態で各ポンチを金属基板に押込むことにより、列状に並んだ微細穴を形成することを要旨とする。

【0009】

すなわち、本発明の微細穴の穿設加工方法は、ポンチを所定ピッチで列設し、上記列設されたポンチの列設方向に沿った両側部をガイド部材により挟持してガイドし、ガイドされた状態で各ポンチを金属基板に押込むことにより、列状に並んだ微細穴を形成する。このように、列設されたポンチの列設方向に沿った両側部を挟持してガイドしながらプレス加工を行なうため、加工によって生じる応力によるポンチの曲がりや逃げが防止され、1つ1つの微細穴の形状精度や寸法精

度を向上させるとともに、列状の並んだ微細穴の配列精度も向上させることができる。また、ポンチの曲がりや逃げが防止された状態で加工できることから、ポンチの磨耗や損傷を大幅に低減でき、工具寿命を大幅に延長することができ、微細穴の精度を長期間にわたって維持でき、工程管理や精度管理の面でも有利である。そして、隣接する微細穴や加工形状を損なうことなく寸法精度良く加工でき、高精度の加工が比較的困難な所定ピッチで多数列設された微細穴を高精度で加工できる。

【 0 0 1 0 】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記各ポンチはベース部材に列設され、ベース部材を昇降させて列状に並んだ上記微細穴を同時に形成する場合には、同時に昇降される列設されたポンチのそれぞれをガイドすることとなり、所定ピッチで多数列設された微細穴を高精度で効率よく加工できる。

【 0 0 1 1 】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記ポンチは平行な 2 辺を有する多角形型の断面形状を呈するものであり、各ポンチは上記 2 辺が列設方向に沿うよう列設され、上記列設されたポンチの列設方向に沿った両側面をガイド部材により挟持してガイドするようにした場合には、列設されたポンチの列設方向に沿った両側面を 2 方向から挟持することにより、ガイド部材のガイド面が平面状であっても各ポンチの被ガイド面である両側面と面接触することから、ガイド効果を確保しながらガイド部材の形状を単純化することができる。そして、ガイド部材の加工工程を簡略化でき、ガイド部材の加工コストを低減し、全体的な加工コストの低減を図ることができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記ガイド部材には、列設されたポンチ同士の間隙に面する、ポンチの側面をガイドする突部が設けられている場合には、ポンチを 2 方向からガイドするだけでなく、少なくとも 3 方向からガイドすることができるため、加工途中のポンチの曲がりや逃げを大幅に抑えることが可能となり、各微細穴の形状精度や寸法精度ならびに微細穴の配列精度を一層向上させることができる。

【0 0 1 3】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記突部は、列設されたポンチ同士の間隙の1つおきに設けられている場合には、ガイド部材に形成される突部の数がそれだけ少なくすみ、突部を形成させるガイド部材の加工工程を簡略化でき、ガイド部材の加工コストを低減し、全体的な加工コストの低減を図ることができる。しかも、ポンチをガイドする方向は3方向を確保でき、加工途中のポンチの曲がりや逃げは抑えることができる。

【0 0 1 4】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、列設されたポンチ同士の間隙の1つおきに設けられた上記突部は、列設方向に沿ったポンチの両側面に配置されたガイド部材間において、千鳥状に配置されている場合には、ガイド部材の加工コストを低減するとともに、列設されたポンチ同士の各間隙に突部が配置されることとなり、ポンチをガイドする方向は4方向を確保でき、加工途中のポンチの曲がりや逃げを確実に抑えることができる。

【0 0 1 5】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記ガイド部材の突部は、研削加工によって形成されたものである場合には、比較的安価な加工手段によって突部を形成でき、ガイド部材の加工コストを低減し、全体的な加工コストの低減を図ることができる。しかも、突部は高い加工精度で加工することが可能で、ポンチのガイド精度を十分確保し、微細穴の加工精度も確保できるのである。

【0 0 1 6】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記ポンチの断面形状は矩形である場合には、矩形のポンチであれば、ガイド可能な側面は4面であり、比較的広いガイド面を確保して高い加工精度を確保できる。また、ガイド部材に形成した突部により3方向や4方向からのガイドを行なうことにより、全方向またはそれに近い状態でのガイドが行なえ、高い加工精度を確保できる。

【0 0 1 7】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、第1ポンチにより金属基板に非貫通状の窪部を形成する第1工程と、第2ポンチにより上記窪部の底部を打ち抜いて

貫通穴を形成する第 2 工程とを含み、上記第 1 ポンチおよび第 2 ポンチを上記ガイド部材でガイドする場合には、複数回の加工によって微細穴を形成するため寸法精度良く穿設加工することができる。また、第 1 工程において窪部を金属基板の厚み方向の途中までしか形成しないため、窪部の形成時において、金属基板の上面側の肉が過度に引っ張られてしまう不具合を防止でき、隣接する微細穴や加工形状を損なうことなく寸法精度良くつくることができる。

【0018】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、ピッチが 0.3 mm 以下で列設された上記微細穴を形成する場合には、高精度の加工が比較的困難なピッチの小さい列設された微細穴を、隣接する微細穴や加工形状を損なうことなく高精度で効率よく加工できる。

【0019】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、開口の大きさが 0.2 mm 以下の上記微細穴を形成する場合には、高精度の加工が比較的困難で、ポンチの曲がりや逃げが生じやすい開口の小さな微細穴を高精度で効率よく加工できる。

【0020】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記微細穴の開口寸法に対する貫通寸法の比が 0.5 以上の上記微細穴を形成する場合には、開口寸法に対する貫通寸法の比が 0.5 以上の微細穴の加工では、ポンチの曲がりや逃げが生じやすいところ、ポンチをガイドしながら加工することにより、ポンチの曲がりや逃げるを防止して高精度の加工ができる本発明の効果が顕著で効果的である。

【0021】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記金属基板における塑性加工による加工部に上記微細穴を形成する場合には、塑性加工による加工部は加工硬化によって加工性が低下し、微細穴を形成する加工を行なう場合に精度や型寿命をあげるのがより困難であるが、ポンチをガイドしながら加工することにより、ポンチの曲がりや逃げるを防止して高精度の加工ができる本発明の効果が顕著で効果的である。

【0022】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記塑性加工による加工部がV字状の底部を有する窪部である場合には、V字状の底部を有する窪部に微細穴を穿設する場合、ポンチの曲がりや逃げを起こしやすく、加工精度が低下しがちであるが、本発明によれば、ポンチの曲がりや逃げを防止して高精度の加工ができる効果が顕著で効果的である。

【0023】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記金属基板がニッケル基板である場合には、ニッケルが展性に富んでおり、極めて微細でかつ高い寸法精度が要求される微細穴加工を高い寸法精度で形成することができる。

【0024】

また、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向を貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、前記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、上記溝状窪部の開口面を封止すると共に、上記溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属材製の封止板とを備え、上記圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板の連通口を請求項1～15のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法によって形成することを要旨とする。

【0025】

すなわち、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室形成板の連通口を請求項1～15のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法によって形成するようにしたことにより、精密部品である圧力発生室形成板の連通口を極めて高精度で加工することができる。また、連通口内面の平面精度を高くできて噴射される液体の流路抵抗が少なくなるなど、液体噴射ヘッドとしての特性も良好なものを得ることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態として、本発明の微細穴の穿設加工方法を用いた液

体噴射ヘッドの製造方法について説明する。以下の説明では、液体噴射ヘッドとしてインクジェット式記録ヘッドを例示するが、本発明がこれに限定されるものでないことはいうまでもない。

【0027】

図1および図2は、インクジェット式記録ヘッド（以下「記録ヘッド」という）を示す図であり、記録ヘッド1は、ケース2と、このケース2内に収納される振動子ユニット3と、ケース2の先端面に接合される流路ユニット4と、先端面とは反対側のケース2の取付面上に配置される接続基板5と、ケース2の取付面側に取り付けられる供給針ユニット6等から概略構成されている。

【0028】

上記の振動子ユニット3は、図3に示すように、圧電振動子群7と、この圧電振動子群7が接合される固定板8と、圧電振動子群7に駆動信号を供給するためのフレキシブルケーブル9とから概略構成される。

【0029】

圧電振動子群7は、列状に形成された複数の圧電振動子10…を備える。各圧電振動子10…は、本発明の圧力発生素子の一種であり、電気機械変換素子の一種でもある。これらの各圧電振動子10…は、列の両端に位置する一対のダミー振動子10a、10aと、これらのダミー振動子10a、10aの間に配置された複数の駆動振動子10b…とから構成されている。そして、各駆動振動子10b…は、例えば、 $50\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ 程度の極めて細い幅の櫛歯状に切り分けられ、180本設けられる。

【0030】

また、ダミー振動子10aは、駆動振動子10bよりも十分広い幅であり、駆動振動子10bを衝撃等から保護する保護機能と、振動子ユニット3を所定位置に位置付けるためのガイド機能とを有する。

【0031】

各圧電振動子10…は、固定端部を固定板8上に接合することにより、自由端部を固定板8の先端面よりも外側に突出させている。即ち、各圧電振動子10…は、所謂片持ち梁の状態で固定板8上に支持されている。そして、各圧電振動子

10…の自由端部は、圧電体と内部電極とを交互に積層して構成されており、対向する電極間に電位差を与えることで素子長手方向に伸縮する。

【0032】

フレキシブルケーブル9は、固定板8とは反対側となる固定端部の側面で圧電振動子10と電氣的に接続されている。そして、このフレキシブルケーブル9の表面には、圧電振動子10の駆動等を制御するための制御用IC11が実装されている。また、各圧電振動子10…を支持する固定板8は、圧電振動子10からの反力を受け止め得る剛性を備えた板状部材であり、ステンレス板等の金属板が好適に用いられる。

【0033】

上記のケース2は、例えば、エポキシ系樹脂等の熱硬化性樹脂で成型されたブロック状部材である。ここで、ケース2を熱硬化性樹脂で成型しているのは、この熱硬化性樹脂は、一般的な樹脂よりも高い機械的強度を有しており、線膨張係数が一般的な樹脂よりも小さく、周囲の温度変化による変形が小さいからである。そして、このケース2の内部には、振動子ユニット3を収納可能な収納空部12と、インクの流路の一部を構成するインク供給路13とが形成されている。また、ケース2の先端面には、共通インク室（リザーバ）14となる先端凹部15が形成されている。

【0034】

収納空部12は、振動子ユニット3を収納可能な大きさの空部である。この収納空部12の先端側部分はケース内壁が側方に向けて部分的に突出しており、この突出部分の上面が固定板当接面として機能する。そして、振動子ユニット3は、各圧電振動子10の先端が開口から臨む状態で収納空部12内に収納される。この収納状態において、固定板8の先端面は固定板当接面に当接した状態で接着されている。

【0035】

先端凹部15は、ケース2の先端面を部分的に窪ませることにより作製されている。本実施形態の先端凹部15は、収納空部12よりも左右外側に形成された略台形状の凹部であり、収納空部12側に台形の下底が位置するように形成され

ている。

【0036】

インク供給路 13 は、ケース 2 の高さ方向を貫通するように形成され、先端が先端凹部 15 に連通している。また、インク供給路 13 における取付面側の端部は、取付面から突設した接続口 16 内に形成されている。

【0037】

上記の接続基板 5 は、記録ヘッド 1 に供給する各種信号用の電気配線が形成されると共に、信号ケーブルを接続可能なコネクタ 17 が取り付けられた配線基板である。そして、この接続基板 5 は、ケース 2 における取付面上に配置され、フレキシブルケーブル 9 の電気配線が半田付け等によって接続される。また、コネクタ 17 には、制御装置（図示せず）からの信号ケーブルの先端が挿入される。

【0038】

上記の供給針ユニット 6 は、インクカートリッジ（図示せず）が接続される部分であり、針ホルダ 18 と、インク供給針 19 と、フィルタ 20 とから概略構成される。

【0039】

インク供給針 19 は、インクカートリッジ内に挿入される部分であり、インクカートリッジ内に貯留されたインクを導入する。このインク供給針 19 の先端部は円錐状に尖っており、インクカートリッジ内に挿入し易くなっている。また、この先端部には、インク供給針 19 の内外を連通するインク導入孔が複数穿設されている。そして、本実施形態の記録ヘッド 1 は 2 種類のインクを吐出可能であるため、このインク供給針 19 を 2 本備えている。

【0040】

針ホルダ 18 は、インク供給針 19 を取り付けるための部材であり、その表面にはインク供給針 19 の根本部分を止着するための台座 21 を 2 本分横並びに形成している。この台座 21 は、インク供給針 19 の底面形状に合わせた円形状に作製されている。また、台座底面の略中心には、針ホルダ 18 の板厚方向を貫通するインク排出口 22 を形成している。また、この針ホルダ 18 には、フランジ部を側方に延出している。

【0041】

フィルタ 20 は、埃や成型時のバリ等のインク内の異物の通過を阻止する部材であり、例えば、目の細かな金属網によって構成される。このフィルタ 20 は、台座 21 内に形成されたフィルタ保持溝に接着されている。

【0042】

そして、この供給針ユニット 6 は、図 2 に示すように、ケース 2 の取付面上に配設される。この配設状態において、供給針ユニット 6 のインク排出口 22 とケース 2 の接続口 16 とは、パッキン 23 を介して液密状態で連通する。

【0043】

次に、上記の流路ユニット 4 について説明する。この流路ユニット 4 は、圧力発生室形成板 30 の一方の面にノズルプレート 31 を、圧力発生室形成板 30 の他方の面に弾性板 32 を接合した構成である。

【0044】

圧力発生室形成板 30 は、図 4 に示すように、溝状窪部 33 と、連通口 34 と、逃げ凹部 35 とを形成した金属製の板状部材である。本実施形態では、この圧力発生室形成板 30 を、厚さ 0.35 mm のニッケル製の金属基板を加工することで作製している。

【0045】

ここで、金属基板としてニッケルを選定した理由について説明する。第 1 の理由は、このニッケルの線膨張係数が、ノズルプレート 31 や弾性板 32 の主要部を構成する金属（本実施形態では後述するようにステンレス）の線膨張係数と略等しいからである。即ち、流路ユニット 4 を構成する圧力発生室形成板 30、弾性板 32 およびノズルプレート 31 の線膨張係数が揃うと、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッド 1 の作動時に圧電振動子 10 が発熱し、この熱によって流路ユニット 4 が加熱されたとしても、流路ユニット 4 を構成する各部材 30、31、32 が均等に膨張する。このため、記録ヘッド 1 の作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われて

も、流路ユニット 4 を構成する各部材 3 0, 3 1, 3 2 に剥離等の不具合は生じ難い。

【 0 0 4 6 】

第 2 の理由は、防錆性に優れているからである。即ち、この種の記録ヘッド 1 では水性インクが好適に用いられているので、長期間に亘って水が接触しても錆び等の変質が生じないことが肝要である。その点、ニッケルは、ステンレスと同様に防錆性に優れており、錆び等の変質が生じ難い。

【 0 0 4 7 】

第 3 の理由は、展性に富んでいるからである。即ち、圧力発生室形成板 3 0 を作製するにあたり、本実施形態では後述するように塑性加工（例えば、鍛造加工）で行っている。そして、圧力発生室形成板 3 0 に形成される溝状窪部 3 3 や連通口 3 4 は、極めて微細な形状であり、且つ、高い寸法精度が要求される。そして、金属基板にニッケルを用いると、展性に富んでいることから塑性加工であっても溝状窪部 3 3 や連通口 3 4 を高い寸法精度で形成することができる。

【 0 0 4 8 】

なお、圧力発生室形成板 3 0 に関し、上記した各要件、即ち、線膨張係数の要件、防錆性の要件、および、展性の要件を満たすならば、ニッケル以外の金属で構成してもよい。

【 0 0 4 9 】

溝状窪部 3 3 は、圧力発生室 2 9 となる溝状の窪部であり、図 5 に拡大して示すように、直線状の溝によって構成されている。本実施形態では、幅約 0. 1 m m, 長さ約 1. 5 m m, 深さ約 0. 1 m m の溝を溝幅方向に 1 8 0 個列設している。この溝状窪部 3 3 の底面は、深さ方向（即ち、奥側）に進むに連れて縮幅されて V 字状に窪んでいる。底面を V 字状に窪ませたのは、隣り合う圧力発生室 2 9, 2 9 同士を区画する隔壁部 2 8 の剛性を高めるためである。即ち、底面を V 字状に窪ませることにより、隔壁部 2 8 の根本部分（底面側の部分）の肉厚が厚くなって隔壁部 2 8 の剛性が高まる。そして、隔壁部 2 8 の剛性が高くなると、隣の圧力発生室 2 9 からの圧力変動の影響を受け難くなる。即ち、隣の圧力発生室 2 9 からのインク圧力の変動が伝わり難くなる。また、底面を V 字状に窪ませ

ることにより、溝状窪部 3 3 を塑性加工によって寸法精度よく形成することもできる（後述する）。そして、この V 字の角度は、加工条件によって規定されるが、例えば 9 0 度前後である。

【 0 0 5 0 】

さらに、隔壁部 2 8 における先端部分の肉厚が極く薄いことから、各圧力発生室 2 9 … を密に形成しても必要な容積を確保することができる。

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態における溝状窪部 3 3 に関し、その長手方向両端部は、奥側に進むにつれて内側に下り傾斜している。即ち、溝状窪部 3 3 の長手方向両端部は、面取形状に形成されている。このように構成したのも、溝状窪部 3 3 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【 0 0 5 2 】

さらに、両端部の溝状窪部 3 3 , 3 3 に隣接させてこの溝状窪部 3 3 よりも幅広なダミー窪部 3 6 を 1 つずつ形成している。このダミー窪部 3 6 は、インク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室となる溝状の窪部である。本実施形態のダミー窪部 3 6 は、幅約 0 . 2 mm , 長さ約 1 . 5 mm , 深さ約 0 . 1 mm の溝によって構成されている。そして、このダミー窪部 3 6 の底面は、W 字状に窪んでいる。これも、隔壁部 2 8 の剛性を高めるため、および、ダミー窪部 3 6 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【 0 0 5 3 】

そして、各溝状窪部 3 3 … および一対のダミー窪部 3 6 , 3 6 によって窪部列が構成される。本実施形態では、この窪部列を横並びに 2 列形成している。

【 0 0 5 4 】

連通口 3 4 は、溝状窪部 3 3 の一端から板厚方向を貫通する微細貫通孔として形成している。この連通口 3 4 は、溝状窪部 3 3 毎に形成されており、1 つの窪部列に 1 8 0 個形成されている。本実施形態の連通口 3 4 は、開口形状が矩形状であり、圧力発生室形成板 3 0 における溝状窪部 3 3 側から板厚方向の途中まで形成した第 1 連通口 3 7 と、溝状窪部 3 3 とは反対側の表面から板厚方向の途中まで形成した第 2 連通口 3 8 とから構成されている。

【0055】

そして、第1連通口37と第2連通口38とは断面積が異なっており、第2連通口38の内寸法が第1連通口37の内寸法よりも僅かに小さく設定されている。これは、連通口34をプレス加工によって作製していることに起因する。即ち、この圧力発生室形成板30は、厚さ0.35mmのニッケル板を加工することで作製しているため、連通口34の長さは、溝状窪部33の深さを差し引いても0.25mm以上となる。そして、連通口34の幅は、溝状窪部33の溝幅よりも狭くする必要があるので、0.1mm未満に設定される。このため、連通口34を1回の加工で打ち抜こうとすると、アスペクト比の関係で雄型（ポンチ）が座屈するなどしてしまう。

【0056】

そこで、本実施形態では、加工を2回に分け、1回目の加工では第1連通口37を板厚方向の途中まで形成し、2回目の加工で第2連通口38を形成している。なお、この連通口34の加工手順については、後で説明する。

【0057】

また、ダミー窪部36にはダミー連通口39が形成されている。このダミー連通口39は、上記の連通口34と同様に、第1ダミー連通口40と第2ダミー連通口41とから構成されており、第2ダミー連通口41の内寸法が第1ダミー連通口40の内寸法よりも小さく設定されている。

【0058】

なお、本実施形態では、上記の連通口34およびダミー連通口39に関し、開口形状が矩形状の微細貫通孔によって構成されたものを例示したが、この形状に限定されるものではない。例えば、円形に開口した貫通孔や多角形状の貫通孔によって構成してもよい。

【0059】

逃げ凹部35は、共通インク室14におけるコンプライアンス部の作動用空間を形成する。本実施形態では、ケース2の先端凹部15と略同じ形状であって、深さが溝状窪部33と等しい台形状の凹部によって構成している。

【0060】

次に、上記の弾性板 32 について説明する。この弾性板 32 は、本発明の封止板の一種であり、例えば、支持板 42 上に弾性体膜 43 を積層した二重構造の複合材（本発明の金属材の一種）によって作製される。本実施形態では、支持板 42 としてステンレス板を用い、弾性体膜 43 として PPS（ポリフェニレンサルファイド）を用いている。

【0061】

図 6 に示すように、弾性板 32 には、ダイヤフラム部 44 と、インク供給口 45 と、コンプライアンス部 46 とを形成している。

【0062】

ダイヤフラム部 44 は、圧力発生室 29 の一部を区画する部分である。即ち、ダイヤフラム部 44 は溝状窪部 33 の開口面を封止し、この溝状窪部 33 と共に圧力発生室 29 を区画形成する。このダイヤフラム部 44 は、図 7（a）に示すように、溝状窪部 33 に対応した細長い形状であり、溝状窪部 33 を封止する封止領域に対し、各溝状窪部 33 …毎に形成されている。具体的には、ダイヤフラム部 44 の幅は溝状窪部 33 の溝幅と略等しく設定され、ダイヤフラム部 44 の長さは溝状窪部 33 の長さよりも多少短く設定されている。長さに関し、本実施形態では、溝状窪部 33 の長さの約 2/3 に設定されている。そして、形成位置に関し、図 2 に示すように、ダイヤフラム部 44 の一端を、溝状窪部 33 の一端（連通口 34 側の端部）に揃えている。

【0063】

このダイヤフラム部 44 は、図 7（b）に示すように、溝状窪部 33 に対応する部分の支持板 42 をエッチング等によって環状に除去して弾性体膜 43 のみとすることで作製され、この環内には島部 47 を形成している。この島部 47 は、圧電振動子 10 の先端面が接合される部分である。

【0064】

インク供給口 45 は、圧力発生室 29 と共通インク室 14 とを連通するための孔であり、弾性板 32 の板厚方向を貫通している。このインク供給口 45 も、ダイヤフラム部 44 と同様に、溝状窪部 33 に対応する位置に各溝状窪部 33 …毎に形成されている。このインク供給口 45 は、図 2 に示すように、連通口 34 と

は反対側の溝状窪部 33 の他端に対応する位置に穿設されている。また、このインク供給口 45 の直径は、溝状窪部 33 の溝幅よりも十分に小さく設定されている。本実施形態では、23 ミクロンの微細な貫通孔によって構成している。

【0065】

このようにインク供給口 45 を微細な貫通孔にした理由は、圧力発生室 29 と共通インク室 14 との間に流路抵抗を付与するためである。即ち、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29 内のインクに付与した圧力変動を利用してインク滴を吐出させている。このため、インク滴を効率よく吐出させるためには、圧力発生室 29 内のインク圧力をできるだけ共通インク室 14 側に逃がさないようにすることが肝要である。この観点から本実施形態では、インク供給口 45 を微細な貫通孔によって構成している。

【0066】

そして、本実施形態のように、インク供給口 45 を貫通孔によって構成すると、加工が容易であり、高い寸法精度が得られるという利点がある。即ち、このインク供給口 45 は貫通孔であるため、レーザー加工による作製が可能である。従って、微細な直径であっても高い寸法精度で作製でき、作業も容易である。

【0067】

コンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 の一部を区画する部分である。即ち、コンプライアンス部 46 と先端凹部 15 とで共通インク室 14 を区画形成する。このコンプライアンス部 46 は、先端凹部 15 の開口形状と略同じ台形状であり、支持板 42 の部分をエッチング等によって除去し、弾性体膜 43 だけにすることで作製される。

【0068】

なお、弾性板 32 を構成する支持板 42 および弾性体膜 43 は、この例に限定されるものではない。例えば、弾性体膜 43 としてポリイミドを用いてもよい。また、この弾性板 32 を、ダイヤフラム部 44 になる厚肉部および該厚肉部周辺の薄肉部と、コンプライアンス部 46 になる薄肉部とを設けた金属板で構成してもよい。

【0069】

次に、上記のノズルプレート 3 1 について説明する。ノズルプレート 3 1 は、ノズル開口 4 8 を列設した金属製の板状部材である。本実施形態ではステンレス板を用い、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル開口 4 8 …を開設している。本実施形態では、合計 1 8 0 個のノズル開口 4 8 …を列設してノズル列を構成し、このノズル列を 2 列横並びに形成している。

【 0 0 7 0 】

そして、このノズルプレート 3 1 を圧力発生室形成板 3 0 の他方の表面、即ち、弾性板 3 2 とは反対側の表面に接合すると、対応する連通口 3 4 に各ノズル開口 4 8 …が臨む。

【 0 0 7 1 】

そして、上記の弾性板 3 2 を、圧力発生室形成板 3 0 の一方の表面、即ち、溝状窪部 3 3 の形成面に接合すると、ダイヤフラム部 4 4 が溝状窪部 3 3 の開口面を封止して圧力発生室 2 9 が区画形成される。同様に、ダミー窪部 3 6 の開口面も封止されてダミー圧力発生室が区画形成される。また、上記のノズルプレート 3 1 を圧力発生室形成板 3 0 の他方の表面に接合するとノズル開口 4 8 が対応する連通口 3 4 に臨む。この状態で島部 4 7 に接合した圧電振動子 1 0 を伸縮すると、島部周辺の弾性体膜 4 3 が変形し、島部 4 7 が溝状窪部 3 3 側に押されたり、溝状窪部 3 3 側から離隔する方向に引かれたりする。この弾性体膜 4 3 の変形により、圧力発生室 2 9 が膨張したり収縮したりして圧力発生室 2 9 内のインクに圧力変動が付与される。

【 0 0 7 2 】

さらに、弾性板 3 2 （即ち、流路ユニット 4）をケース 2 に接合すると、コンプライアンス部 4 6 が先端凹部 1 5 を封止する。このコンプライアンス部 4 6 は、共通インク室 1 4 に貯留されたインクの圧力変動を吸収する。即ち、貯留されたインクの圧力に応じて弾性体膜 4 3 が膨張したり収縮したりして変形する。そして、上記の逃げ凹部 3 5 は、弾性体膜 4 3 の膨張時において、弾性体膜 4 3 が膨らむための空間を形成する。

【 0 0 7 3 】

上記構成の記録ヘッド 1 は、インク供給針 1 9 から共通インク室 1 4 までの共

通インク流路と、共通インク室 14 から圧力発生室 29 を通って各ノズル開口 48…に至る個別インク流路とを有する。そして、インクカートリッジに貯留されたインクは、インク供給針 19 から導入されて共通インク流路を通って共通インク室 14 に貯留される。この共通インク室 14 に貯留されたインクは、個別インク流路を通じてノズル開口 48 から吐出される。

【0074】

例えば、圧電振動子 10 を収縮させると、ダイヤフラム部 44 が振動子ユニット 3 側に引っ張られて圧力発生室 29 が膨張する。この膨張により圧力発生室 29 内が負圧化されるので、共通インク室 14 内のインクがインク供給口 45 を通って各圧力発生室 29 に流入する。その後、圧電振動子 10 を伸張させると、ダイヤフラム部 44 が圧力発生室形成板 30 側に押されて圧力発生室 29 が収縮する。この収縮により、圧力発生室 29 内のインク圧力が上昇し、対応するノズル開口 48 からインク滴が吐出される。

【0075】

そして、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29（溝状窪部 33）の底面が V 字状に窪んでいる。このため、隣り合う圧力発生室 29，29 同士を区画する隔壁部 28 は、その根本部分の肉厚が先端部分の肉厚よりも厚く形成される。これにより、隔壁部 28 の剛性を従来よりも高めることができる。従って、インク滴の吐出時において、圧力発生室 29 内にインク圧力の変動が生じたとしても、その圧力変動を隣の圧力発生室 29 に伝わり難くすることができる。その結果、所謂隣接クロストークを防止でき、インク滴の吐出を安定化できる。

【0076】

また、本実施形態では、共通インク室 14 と圧力発生室 29 とを連通するインク供給口 45 を、弾性板 32 の板厚方向を貫通する微細孔によって構成したので、レーザー加工等によって高い寸法精度が容易に得られる。これにより、各圧力発生室 29…へのインクの流入特性（流入速度や流入量等）を高いレベルで揃えることができる。さらに、レーザー光線によって加工を行った場合には、加工も容易である。

【0077】

また、本実施形態では、列端部の圧力発生室 29, 29 に隣接させてインク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室（即ち、ダミー窪部 36 と弾性板 32 とによって区画される空部）を設けたので、これらの両端の圧力発生室 29, 29 に関し、片側には隣りの圧力発生室 29 が形成され、反対側にはダミー圧力発生室が形成されることになる。これにより、列端部の圧力発生室 29, 29 に関し、その圧力発生室 29 を区画する隔壁の剛性を、列途中の他の圧力発生室 29 …における隔壁の剛性に揃えることができる。その結果、一列全ての圧力発生室 29 のインク滴吐出特性を揃えることができる。

【0078】

さらに、このダミー圧力発生室に関し、列設方向側の幅を各圧力発生室 29 …の幅よりも広くしている。換言すれば、ダミー窪部 36 の幅を溝状窪部 33 の幅よりも広くしている。これにより、列端部の圧力発生室 29 と列途中の圧力発生室 29 の吐出特性をより高い精度で揃えることができる。

【0079】

さらに、本実施形態では、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませて先端凹部 15 を形成し、この先端凹部 15 と弾性板 32 とにより共通インク室 14 を区画形成しているので、共通インク室 14 を形成するための専用部材が不要であり、構成の簡素化が図れる。また、このケース 2 は樹脂成型によって作製されているので、先端凹部 15 の作製も比較的容易である。

【0080】

次に、上記記録ヘッド 1 の製造方法について説明する。なお、この製造方法では、上記の圧力発生室形成板 30 の製造工程に特徴を有しているので、圧力発生室形成板 30 の製造工程を中心に説明することにする。

【0081】

なお、この圧力発生室形成板 30 は、順送り型による鍛造加工によって作製される。また、圧力発生室形成板 30 の素材として使用される帯状の金属基板 55（図 10 参照）は、上記したようにニッケル製である。

【0082】

圧力発生室形成板 30 の製造工程は、溝状窪部 33 を形成する溝状窪部形成工

程と、連通口 34 を形成する連通口形成工程とからなり、順送り型によって行われる。

【0083】

溝状窪部形成工程では、図 8 に示す第 1 雄型 51 と図 9 に示す雌型 52 とを用いる。この第 1 雄型 51 は、溝状窪部 33 を形成するための金型である。この雄型には、溝状窪部 33 を形成するための突条部 53 を、溝状窪部 33 と同じ数だけ列設してある。また、列設方向両端部の突条部 53 に隣接させてダミー窪部 36 を形成するためのダミー突条部（図示せず）も設ける。突条部 53 の先端部分 53a は先細りしており、例えば図 8（b）に示すように、幅方向の中心から 45 度程度の角度で面取りされている。これにより、長手方向から見て V 字状に尖っている。また、先端部分 53a における長手方向の両端は、図 8（a）に示すように、45 度程度の角度で面取りしてある。このため、突条部 53 の先端部分 53a は、三角柱の両端を面取りした形状となっている。

【0084】

また、雌型 52 には、その上面に筋状突起 54 が複数形成されている。この筋状突起 54 は、隣り合う圧力発生室 29，29 同士を区画する隔壁の形成を補助するものであり、溝状窪部 33，33 同士の間に位置する。この筋状突起 54 は四角柱状であり、その幅は、隣り合う圧力発生室 29，29 同士の間隔（隔壁の厚み）よりも若干狭く設定されており、高さは幅と同程度である。また、筋状突起 54 の長さは溝状窪部 33（突条部 53）の長さと同程度に設定されている。

【0085】

そして、溝状窪部形成工程では、まず、図 10（a）に示すように、雌型 52 の上面に金属基板 55 を載置し、金属基板 55 の上方に第 1 雄型 51 を配置する。次に、図 10（b）に示すように、第 1 雄型 51 を下降させて突条部 53 の先端部を金属基板 55 内に押し込む。このとき、突条部 53 の先端部分 53a を V 字状に尖らせているので、突条部 53 を座屈させることなく先端部分 53a を金属基板 55 内に確実に押し込むことができる。この突条部 53 の押し込みは、図 10（c）に示すように、金属基板 55 の板厚方向の途中まで行う。

【0086】

突条部 53 の押し込みにより、金属基板 55 の一部分が流動し、溝状窪部 33 が形成される。ここで、突条部 53 の先端部分 53a が V 字状に尖っているので、微細な形状の溝状窪部 33 であっても、高い寸法精度で形成することができる。即ち、先端部分 53a で押された部分が円滑に流れるので、形成される溝状窪部 33 は突条部 53 の形状に倣った形状に形成される。さらに、先端部分 53a における長手方向の両端も面取りしてあるので、当該部分で押圧された金属基板 55 も円滑に流れる。従って、溝状窪部 33 の長手方向両端部についても高い寸法精度で形成できる。

【0087】

また、突条部 53 の押し込みを板厚方向の途中で止めているので、貫通孔として形成する場合よりも厚い金属基板 55 を用いることができる。これにより、圧力発生室形成板 30 の剛性を高めることができ、インク滴の吐出特性の向上が図れる。また、圧力発生室形成板 30 の取り扱いも容易となるうえ、平面精度の向上にも有利である。

【0088】

また、突条部 53 で押圧されたことにより、金属基板 55 の一部は隣り合う突条部 53、53 の空間内に隆起する。ここで、雌型 52 に設けた筋状突起 54 は、突条部 53、53 同士の間に対応する位置に配置されているので、この空間内への金属基板 55 の流れを補助する。これにより、突条部 53 間の空間に対して効率よく金属基板 55 を導入することができ、隆起部を高く形成できる。

【0089】

このようにして溝状窪部 33 を形成したならば、連通口形成工程に移行して微細穴である連通口 34 を形成する。

【0090】

この連通口形成工程では、図 11 に示すように、第 2 雄型 57 と第 3 雄型 59 とを用いる。ここで、第 2 雄型 57 は、第 1 連通口 37 の形状に対応する角柱状の第 1 ポンチ 56 を複数本櫛歯状に設けたもの、即ち、複数の第 1 ポンチ 56…をベース部材に所定ピッチで列設したものである。また、第 3 雄型 59 は、第 2 連通口 38 の形状に対応した角柱状の第 2 ポンチ 58 を複数本櫛歯状に形成した

ものであり、同様に、複数の第2ポンチ58…をベース部材に所定ピッチで列設したものである。なお、第2ポンチ58は、第1ポンチ56よりも一回り細い形状に作製されている。

【0091】

この連通口形成工程では、ベース部材を昇降させて列設された第1ポンチ56および第2ポンチ58を一斉に上下させて、列状に並んだ微細穴である連通口34を同時に穿設加工する。すなわち、まず、図11(a)に示すように、第2雄型57の第1ポンチ56を金属基板55における溝状窪部33側の表面から板厚方向の途中まで押し込んで第1連通口37となる非貫通状の窪部を形成する(第1連通口形成工程)。第1連通口37となる窪部を形成したならば、図11(b)に示すように、第3雄型59の第2ポンチ58を溝状窪部33側から押し込んで第1連通口37の底部を打ち抜いて貫通穴である第2連通口38を形成する(第2連通口形成工程)。

【0092】

そして、図12に示すように、上記櫛歯状の両ポンチ56, 58でのプレス加工による連通口34を穿設加工する第1連通口形成工程および第2連通口形成工程において、第1ポンチ56および第2ポンチ58をそれぞれガイド部材70A, 70B(図11には示していない)で挟持してガイドしながら加工することが行なわれる。以下、この点について詳しく説明する。

【0093】

図13は、所定ピッチで櫛歯状に列設されたポンチ56, 58と、各ポンチ56, 58をガイドするガイド部材70A, 70Bを示す模式図であり、図13(a)は横断面図、(b)は列設方向の縦断面図である。なお、図ではポンチ56, 58を5つしか示していないが、実際には、圧力発生室29となる溝状窪部33と同じ数だけ列設される。

【0094】

上記第1および第2ポンチ56, 58は、図14に示すように、それぞれ断面形状が矩形であり、上記矩形の平行な2辺を含む面A, Bが、それぞれ列設方向Lに沿うよう所定ピッチで列設されている。そして、上記列設された各ポンチ5

6, 58の列設方向に沿った両側面A, Bを2方向からガイド部材70A, 70Bにより挟持してガイドしている(図13(a)参照)。

【0095】

上記ガイド部材70A, 70Bは、ポンチ56, 58の列設方向Lに延びる一対の角棒状であり、ガイド部材70A, 70Bの対面する内側面で各ポンチ56, 58の列設方向に沿った両側面A, Bをガイドするようになっている。

【0096】

上記各ガイド部材70A, 70Bには、列設されたポンチ56, 58同士の間隙72に面するポンチ56, 58の側面C, D(図14参照)をガイドする突部71が設けられている。上記突部71は、ガイド部材70A, 70Bの対面する内側面に、ガイド部材70A, 70Bの上端から下端にわたって上下方向に延びるよう形成されている。また、列設されたポンチ56, 58の両端部に位置するポンチ56, 58の列設方向Lの外側面をガイドする突部71は、いわゆる凸状ではなく段状に形成されている。本発明において、上記間隙72に面するポンチ56, 58の側面C, Dをガイドする突部71は、この両端部の突部71も含むものとする。

【0097】

このような突部71は、ガイド部材70A, 70Bの対面する内側面に研削による溝加工を施すことにより、溝と溝の間に残される突条により形成される。このように、比較的安価な加工手段である研削による溝加工によって突部71を形成することによりガイド部材70A, 70Bの加工コストを低減し、全体的な加工コストの低減を図ることができる。しかも、突部71を高い加工精度で加工することが可能で、ポンチ56, 58のガイド精度を十分確保し、連通口34の加工精度も確保できる。

【0098】

上記突部71は、一方のガイド部材70Aにおいて、列設されたポンチ56, 58同士の間隙72の1つおきに設けられ、他方のガイド部材70Bにおいても、上記間隙72の1つおきに設けられている。そして、上記1つおきに設けられた突部71は、列設されたポンチ56, 58の一側面A側に配置された一方のガ

イド部材 70A と、他側面 B 側に配置された他方のガイド部材 70B との間においては、千鳥状に配置されている。

【0099】

そして、一方のガイド部材 70A では突部 71 同士の間にはポンチ 56, 58 が 2 つずつ配置され、他方のガイド部材 70B では、一方のガイド部材 70A と 1 つずれた位置において同様に 2 つずつ配置されている。

【0100】

上記突部 71 をこのような配置とすることにより、ポンチを列設方向 L に沿った 2 面 A, B の 2 方向だけからガイドするだけでなく、千鳥状に配置された突部 71 により、1 つのポンチ 56, 58 の間隙 72 に対応する面 C, D を含めた 4 方向からガイドすることができ、加工途中のポンチ 56, 58 の曲がりや逃げを大幅に抑え、各連通口 34 の形状精度や寸法精度ならびに連通口 34 の配列精度を飛躍的に向上させることができる。

【0101】

しかも、上記突部 71 をポンチ 56, 58 同士の間隙 72 の 1 つおきに設けたことにより、ガイド部材 70A, 70B に形成される突部 71 の数をそれだけ少なくすることができ、突部 71 を形成させるガイド部材 70A, 70B の研削加工を簡略化でき、加工コストが比較的安価な研削の加工コストをさらに低減し、全体的なコストの低減を図ることができる。

【0102】

このようなガイド部材 70A, 70B により、列設されたポンチ 56, 58 の列設方向 L に沿った両側面 A, B をガイド部材 70A, 70B により挟持し、断面矩形の各ポンチ 56, 58 の 4 面をガイド部材 70A, 70B の内側面および各突部 71 でガイドし、ガイドされた状態で各ポンチ 56, 58 を金属基板 55 に押込むことにより、列状に並んだ開口形状矩形の連通口 34 を形成する。

【0103】

このように、列設された各ポンチ 56, 58 の列設方向 L に沿った両側面 A, B および間隙 72 に対応する面 C, D をガイドしながらプレス加工を行なうため、加工によって生じる応力によるポンチ 56, 58 の曲がりや逃げが防止され、

1つ1つの連通口34の形状精度や寸法精度を向上させるとともに、列状の並んだ連通口34の配列精度も向上させることができる。また、ポンチ56, 58の曲がりや逃げが防止された状態で加工できることから、ポンチ56, 58の磨耗や損傷を大幅に低減でき、工具寿命を大幅に延長することができ、連通口34の精度を長期間にわたって維持でき、工程管理や精度管理の面でも有利である。そして、隣接する溝状窪部33やV字状底部の加工形状を損なうことなく寸法精度良く加工でき、高精度の加工が比較的困難な所定ピッチで多数列設された微細穴を高精度で加工できる。

【0104】

また、上記連通口形成工程では、金属基板55における塑性加工による加工部である溝状窪部33のV字状の底部をプレス加工により打ち抜いて微細な連通口34を形成する。このように、塑性加工による加工部は加工硬化によって加工性が低下し、微細な連通口34を形成する加工を行なう場合に精度や型寿命をあげるのがより困難であるが、ポンチ56, 58をガイドしながら加工することにより、ポンチの曲がりや逃げを防止して高精度の加工ができる。また、V字状の底部を有する溝状窪部33に微細な連通口34を穿設する場合、ポンチ56, 58の曲がりや逃げを起こしやすく、加工精度が低下しがちであるが、本発明によれば、ポンチの曲がりや逃げを防止して高精度の加工ができる。

【0105】

さらに、図15に示す一般的な手法である丸穴74によりガイド部75を形成するガイド部材73によって断面形状矩形のポンチ56, 58をガイドする場合、ガイド部75の摺動面積が極めて微小なものとなり、ガイド部75の磨耗や損傷が激しく、ガイド部材73の寿命が極めて短い。本発明のように列設されたポンチ56, 58を列設方向Lに沿った両面から一対のガイド部材70A, 70Bで挟持してガイドすることにより、ガイド面の摺動面積を広く確保でき、ガイド部材70A, 70Bの寿命を大幅に延長することができる。

【0106】

また、上記のような丸穴74によるガイドによって列設されたポンチ56, 58をガイドしようとする、ピッチ寸法Pがある程度必要で、微小ピッチで列状

に並ぶ穴を同時に穿設加工することができなかったが、本発明によれば、ピッチ寸法Pを微小にしても、安定してガイドすることができ、高い加工精度を確保することができるのである。

【0 1 0 7】

本発明では、上記第1および第2ポンチ56, 58のピッチ寸法Pは、0.3 mm以下に設定し、このピッチで列設された連通口34を形成する場合に効果的であり、上記ピッチ寸法Pは0.25 mm以下であるときにより効果的で、0.2 mm以下であれば一層効果的である。

【0 1 0 8】

また、本発明は、特に、開口の大きさが0.2 mm以下の連通口34を形成させる場合や、連通口34の開口寸法に対する金属基板55の厚みすなわち貫通寸法の比が0.5以上の微細穴を形成する場合に効果的である。また、上記比として0.8以上の微細穴を形成するのであればなお効果的であり、1以上の微細穴の加工であれば一層効果的である。なお、上記実施例では、連通口34の開口寸法は、0.095 mm×0.16 mmの矩形である。

【0 1 0 9】

さらに、本実施形態では、太さの異なるポンチ56, 58を用い、複数回の加工によって連通口34を作製しているので、極く微細な連通口34であっても寸法精度良く作製することができる。しかも、溝状窪部33側から作製する第1連通口37を板厚方向の途中までしか作製しないので、第1連通口37の作製時において、圧力発生室29の隔壁部28等が過度に引っ張られてしまう不具合を防止できる。これにより、溝状窪部33のV字状底部や隔壁部28の形状を損なうことなく寸法精度良く作製することができる。

【0 1 1 0】

なお、本実施形態では、2回の加工によって連通口34を作製する工程を例示したが、3回以上の加工によって連通口34を作製してもよい。また、上記の不具合が生じなければ、1回の加工で連通口34を作製してもよい。

【0 1 1 1】

連通口34を作製したならば、金属基板55における溝状窪部33側の表面お

よび反対側の表面を研磨して平坦化する（研磨工程）。即ち、図 11（c）に一点鎖線で示すように、溝状窪部 33 側の表面、および、溝状窪部 33 とは反対側の表面を研磨し、これらの各表面を平坦化すると共に、板厚を所定厚さ（本実施形態では 0.3 mm）に調整する。

【0112】

なお、上記の溝状窪部形成工程と連通口形成工程は、別ステージで行ってもよく、同一ステージで行ってもよい。そして、同一ステージで行った場合には、両工程において金属基板 55 が移動しないため、溝状窪部 33 内に連通口 34 を位置精度良く作製することができる。

【0113】

以上の各工程により圧力発生室形成板 30 を作製したならば、別途作製された弾性板 32 とノズルプレート 31 とを圧力発生室形成板 30 に接合して流路ユニット 4 を作製する。本実施形態では、これらの各部材の接合を接着により行っている。この接着時において、上記の研磨工程で圧力発生室形成板 30 の表面を平坦化しているので、弾性板 32 やノズルプレート 31 を確実に接着できる。

【0114】

また、弾性板 32 はステンレス板を支持板 42 とする複合材であるので、その線膨張率は支持板 42 であるステンレスによって規定される。そして、ノズルプレート 31 もステンレス板によって作製されている。さらに、圧力発生室形成板 30 を構成するニッケルは、上記したように、線膨張率がステンレスと略等しい。以上から、接着温度を高めても線膨張率の差に起因する反りが発生しない。その結果、シリコン基板を用いていた時よりも接着温度を高めることができ、接着時間の短縮化が図れて製造効率が向上する。

【0115】

流路ユニット 4 を作製したならば、別途作製されたケース 2 に、振動子ユニット 3 と流路ユニット 4 とを接合する。この場合にも、これらの各部材の接合は接着によって行われている。従って、接着温度を高めても流路ユニット 4 には反りが発生せず、接着時間の短縮化が図れる。

【0116】

ケース 2 に、振動子ユニット 3 と流路ユニット 4 とを接合したならば、振動子ユニット 3 のフレキシブルケーブル 9 と接続基板 5 とを半田付けし、その後、供給針ユニット 6 を取り付け、液体噴射ヘッドが得られる。

【0 1 1 7】

図 1 6 は、連通口形成工程の第 2 例を示す。この例では、ガイド部材 7 0 A、7 0 B 内面の突部 7 1 をポンチ 5 6、5 8 同士の間隙 7 2 の 1 つおきに設けるのではなく、上記間隙 7 2 の全てに設けている。このようにすることにより、断面矩形の各ポンチ 5 6、5 8 の 4 側面をしっかりとガイドでき、より高精度の加工が可能となる。

【0 1 1 8】

図 1 7 は、連通口形成工程の第 3 例を示す。この例では、ガイド部材 7 0 A、7 0 B 内面に突部 7 1 が形成されておらず、断面矩形の各ポンチ 5 6、5 8 の列設方向 L に沿った 2 面 A、B をガイドしている。この例によれば、列設されたポンチ 5 6、5 8 の列設方向 L に沿った両側面を 2 方向から挟持することにより、ガイド部材 7 0 A、7 0 B のガイド面が平面状であっても各ポンチ 5 6、5 8 の被ガイド面である両側面 A、B と面接触することから、ガイド効果を確保しながらガイド部材 7 0 A、7 0 B の形状を単純化し、コストを節減できる。

【0 1 1 9】

ところで、本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載に基づいて種々の変形が可能である。

【0 1 2 0】

例えば、隔壁部 2 8 に関し、その根本部分が先端部分よりも厚肉であれば、隔壁部 2 8 の剛性を従来よりも高めることができ、圧力発生室 2 9 として必要な容積を確保できる。この観点からすれば、溝状窪部底面の窪み形状は V 字状に限られない。例えば、溝状窪部 3 3 の底面を円弧状に窪ませてもよい。そして、このような底面形状の溝状窪部 3 3 を作製するためには、先端部分が円弧状に先細りした突条部 5 3 を有する第 1 雄型 5 1 を用いればよい。

【0 1 2 1】

また、圧力発生素子に関し、圧電振動子 1 0 以外の素子を用いてもよい。例え

ば、静電アクチュエータや磁歪素子等の電気機械変換素子を用いてもよい。さらに、圧力発生素子として発熱素子を用いてもよい。

【0 1 2 2】

図 1 8 に例示した記録ヘッド 1' は、圧力発生素子として発熱素子 6 1 を用いたものである。この例では、上記の弾性板 3 2 に代えて、コンプライアンス部 4 6 とインク供給口 4 5 とを設けた封止基板 6 2（本発明の封止板の一種）を用い、この封止基板 6 2 によって圧力発生室形成板 3 0 における溝状窪部 3 3 側を封止している。また、この例では、圧力発生室 2 9 内における封止基板 6 2 の表面に発熱素子 6 1 を取り付けられている。この発熱素子 6 1 は電気配線を通じて給電されて発熱する。

【0 1 2 3】

なお、圧力発生室形成板 3 0 やノズルプレート 3 1 等、その他の構成は上記実施形態と同様であるので、その説明は省略する。

【0 1 2 4】

この記録ヘッド 1' では、発熱素子 6 1 への給電により、圧力発生室 2 9 内のインクが突沸し、この突沸によって生じた気泡が圧力発生室 2 9 内のインクを加圧する。この加圧により、ノズル開口 4 8 からインク滴が吐出される。

【0 1 2 5】

そして、この記録ヘッド 1' でも、圧力発生室形成板 3 0 を金属の塑性加工で作製しているので、上記した実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0 1 2 6】

なお、上記各実施の形態において、微細穴の穿設加工方法、圧力発生室形成板 3 0 における圧力発生室形成工程および連通口形成工程において行なわれる鍛造加工やプレス加工等の塑性加工は、所望の精度を得るために冷間加工を行なうのが好適であり、高精度の加工を行なうためには、ワークの温度が一定範囲内になるよう温度管理を行なうのが好ましい。

【0 1 2 7】

また、圧力発生室形成板 3 0 の加工に関し、上記実施形態では塑性加工の一種である鍛造加工で作製した例について説明したが、これに限らない。さらに、圧

力発生室形成板 3 0 を作製するための素材に関し、隔壁部 2 8 の根本部分を先端部分よりも厚肉に形成する観点においては、単一の金属板に限定されるものではない。例えば、複数の板材を積層して作製した積層板材を用いても良く、金属基板の表面に樹脂をコーティングしたコーティング板材によって作製してもよい。

【0 1 2 8】

また、連通口 3 4 に関し、上記実施形態では、溝状窪部 3 3 の一端部に設けた例を説明したが、これに限らない。例えば、連通口 3 4 を溝状窪部 3 3 における長手方向略中央に形成して、溝状窪部 3 3 の長手方向両端にインク供給口 4 5 及びそれと連通する共通インク室 1 4 を配置してもよい。このようにすることにより、インク供給口 4 5 から連通口 3 4 に至る圧力発生室 2 9 内におけるインクの淀みを防止できるので、好ましい。

【0 1 2 9】

また、上述の実施の形態は、本発明をインクジェット式記録装置に使用される記録ヘッドに適用した例を示したが、本発明が適用される液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録装置用のインクだけを対象にするものではなく、グルー、マニキュア、導電性液体（液体金属）等を噴射することができる。

【0 1 3 0】

さらに、上述した各実施の形態では、本発明の微細穴の穿設加工方法を液体噴射ヘッドの製造に適用した例を示したが、本発明の適用範囲がこれに限定されるものではないことはいうまでもない。

【0 1 3 1】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明の微細穴の穿設加工方法によれば、列設されたポンチの列設方向に沿った両側部を挟持してガイドしながらプレス加工を行なうため、加工によって生じる応力によるポンチの曲がりや逃げが防止され、1 つ 1 つの微細穴の形状精度や寸法精度を向上させるとともに、列状の並んだ微細穴の配列精度も向上させることができる。また、ポンチの曲がりや逃げが防止された状態で加工できることから、ポンチの磨耗や損傷を大幅に低減でき、工具寿命を大幅に延長することができ、微細穴の精度を長期間にわたって維持でき、工程管

理や精度管理の面でも有利である。そして、隣接する微細穴や加工形状を損なうことなく寸法精度良く加工でき、高精度の加工が比較的困難な所定ピッチで多数列設された微細穴を高精度で加工できる。

【 0 1 3 2 】

また、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法によれば、精密部品である圧力発生室形成板の連通口を極めて高精度で加工することができる。また、連通口内面の平面精度を高くできて噴射される液体の流路抵抗が少なくなるなど、液体噴射ヘッドとしての特性も良好なものを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

インクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図 2】

インクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図 3】

振動子ユニットを説明する図である。

【図 4】

圧力発生室形成板の平面図である。

【図 5】

圧力発生室形成板の説明図であり、（a）は図 4 における X 部分の拡大図、（b）は（a）における A－A 断面図、（c）は（a）における B－B 断面図である。

【図 6】

弾性板の平面図である。

【図 7】

弾性板の説明図であり、（a）は図 6 における Y 部分の拡大図、（b）は（a）における C－C 断面図である。

【図 8】

溝状窪部の形成に用いる第 1 雄型を説明する図である。

【図 9】

溝状窪部の形成に用いる雌型を説明する図である。

【図 1 0】

溝状窪部を形成する工程を説明する模式図である。

【図 1 1】

連通口を形成する工程を説明する模式図である。

【図 1 2】

本発明の微細穴の穿設加工方法を適用した連通口の形成工程を説明する斜視図である。

【図 1 3】

上記工程を説明する図であり、（a）は横断面図、（b）は縦断面図である。

【図 1 4】

被ガイド面を説明する図である。

【図 1 5】

丸穴によるガイド部材を示す図である。

【図 1 6】

本発明の微細穴の穿設加工方法の第 2 例を説明する横断面図である。

【図 1 7】

本発明の微細穴の穿設加工方法の第 3 例を説明する横断面図である。

【図 1 8】

変形例のインクジェット式記録ヘッドを説明する断面図である。

【符号の説明】

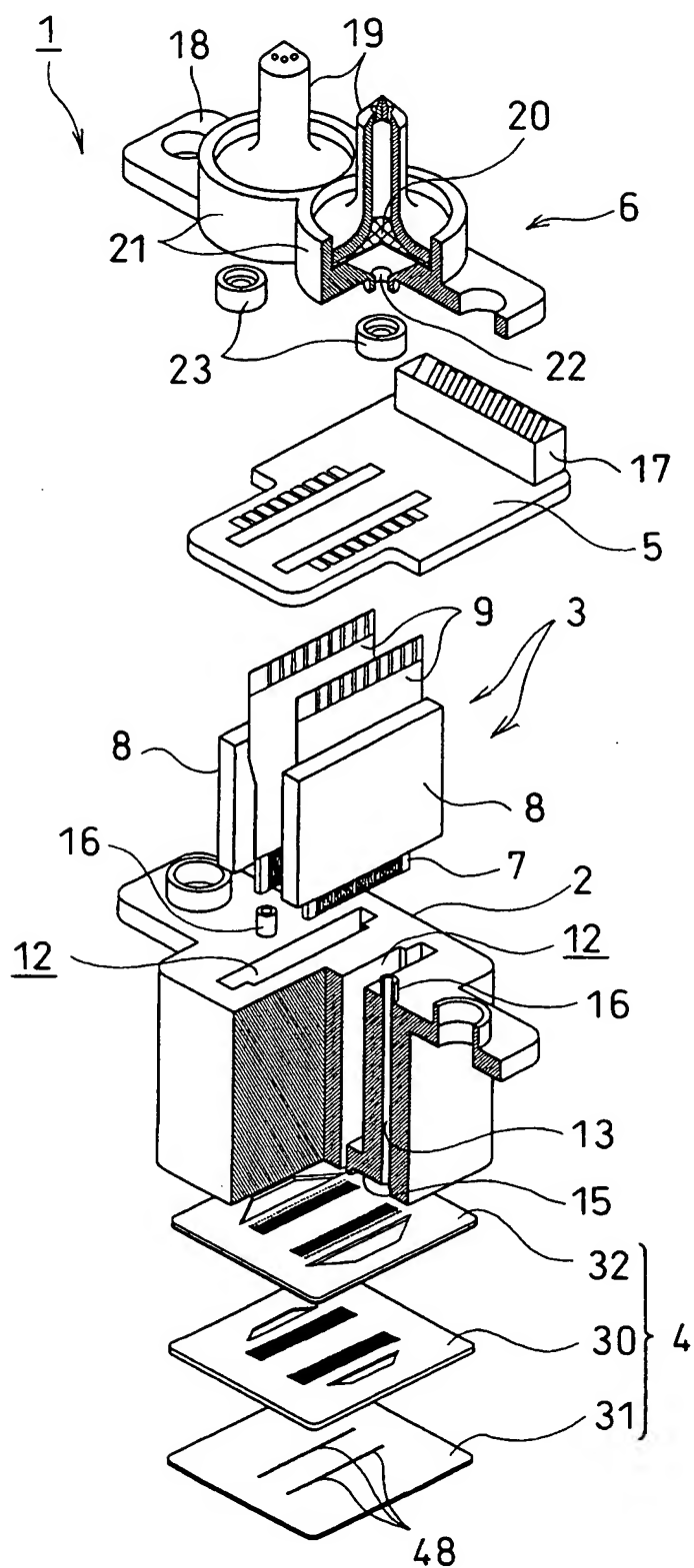
- 1 記録ヘッド
- 1' 記録ヘッド
- 2 ケース
- 3 振動子ユニット
- 4 流路ユニット
- 5 接続基板
- 6 供給針ユニット
- 7 圧電振動子群

- 8 固定板
- 9 フレキシブルケーブル
- 10 圧電振動子
- 10 a ダミー振動子
- 10 b 駆動振動子
- 11 制御用 I C
- 12 収納空部
- 13 インク供給路
- 14 共通インク室
- 15 先端凹部
- 16 接続口
- 17 コネクタ
- 18 針ホルダ
- 19 インク供給針
- 20 フィルタ
- 21 台座
- 22 インク排出口
- 23 パッキン
- 28 隔壁部
- 29 圧力発生室
- 30 圧力発生室形成板
- 31 ノズルプレート
- 32 弾性板
- 33 溝状窪部
- 34 連通口
- 35 逃げ凹部
- 36 ダミー窪部
- 37 第 1 連通口
- 38 第 2 連通口

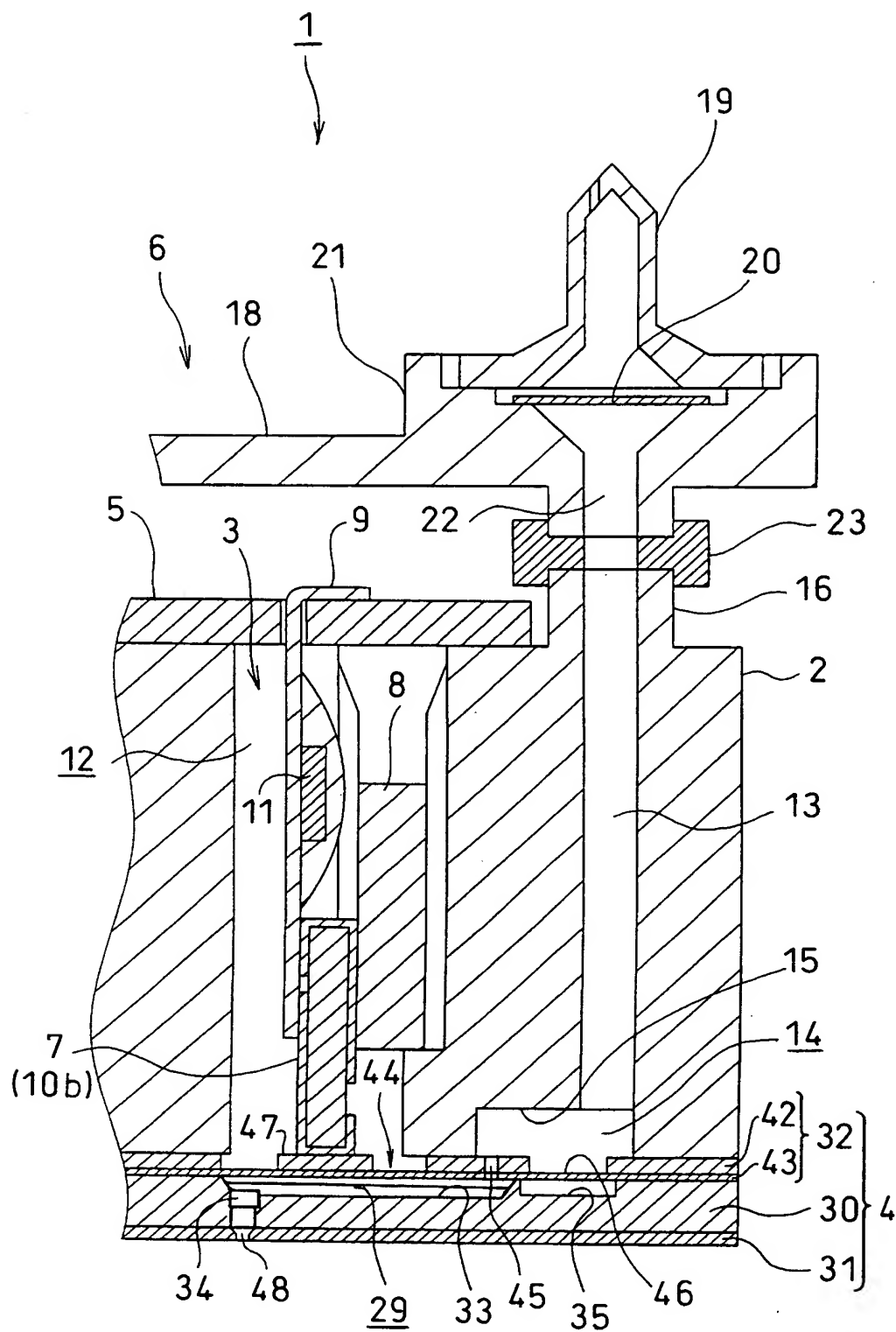
- 3 9 . ダミー連通口
- 4 0 第 1 ダミー連通口
- 4 1 第 2 ダミー連通口
- 4 2 支持板
- 4 3 弾性体膜
- 4 4 ダイヤフラム部
- 4 5 インク供給口
- 4 6 コンプライアンス部
- 4 7 島部
- 4 8 ノズル開口
- 5 1 第 1 雄型
- 5 2 雌型
- 5 3 突条部
- 5 3 a 先端部分
- 5 4 筋状突起
- 5 5 金属基板
- 5 6 第 1 ポンチ
- 5 7 第 2 雄型
- 5 8 第 2 ポンチ
- 5 9 第 3 雄型
- 6 1 発熱素子
- 6 2 封止基板
- 7 0 A ガイド部材
- 7 0 B ガイド部材
- 7 1 突部
- 7 2 間隙
- 7 3 ガイド部材
- 7 4 丸穴
- 7 5 ガイド部

【書類名】. . . 図面

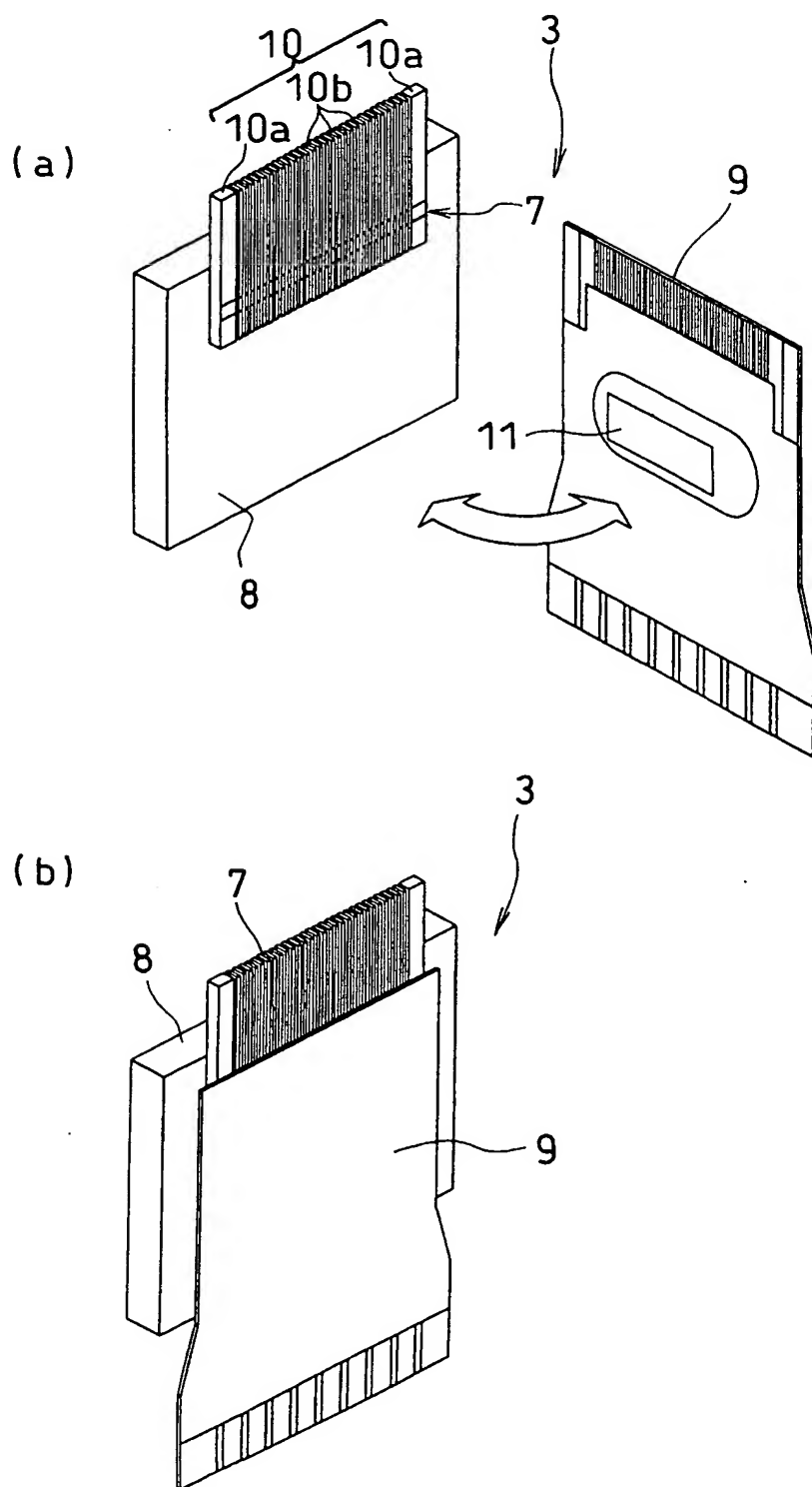
【図 1】



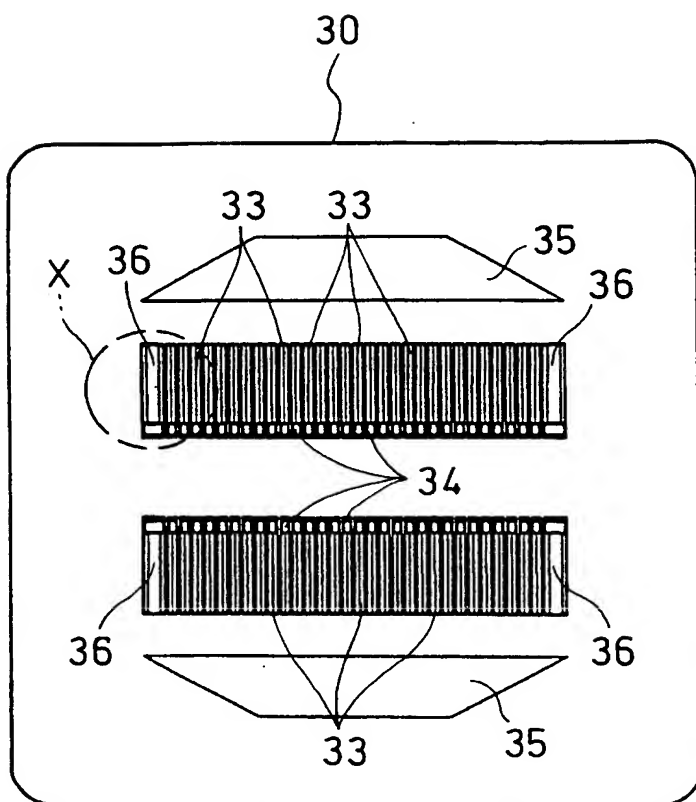
【図 2】



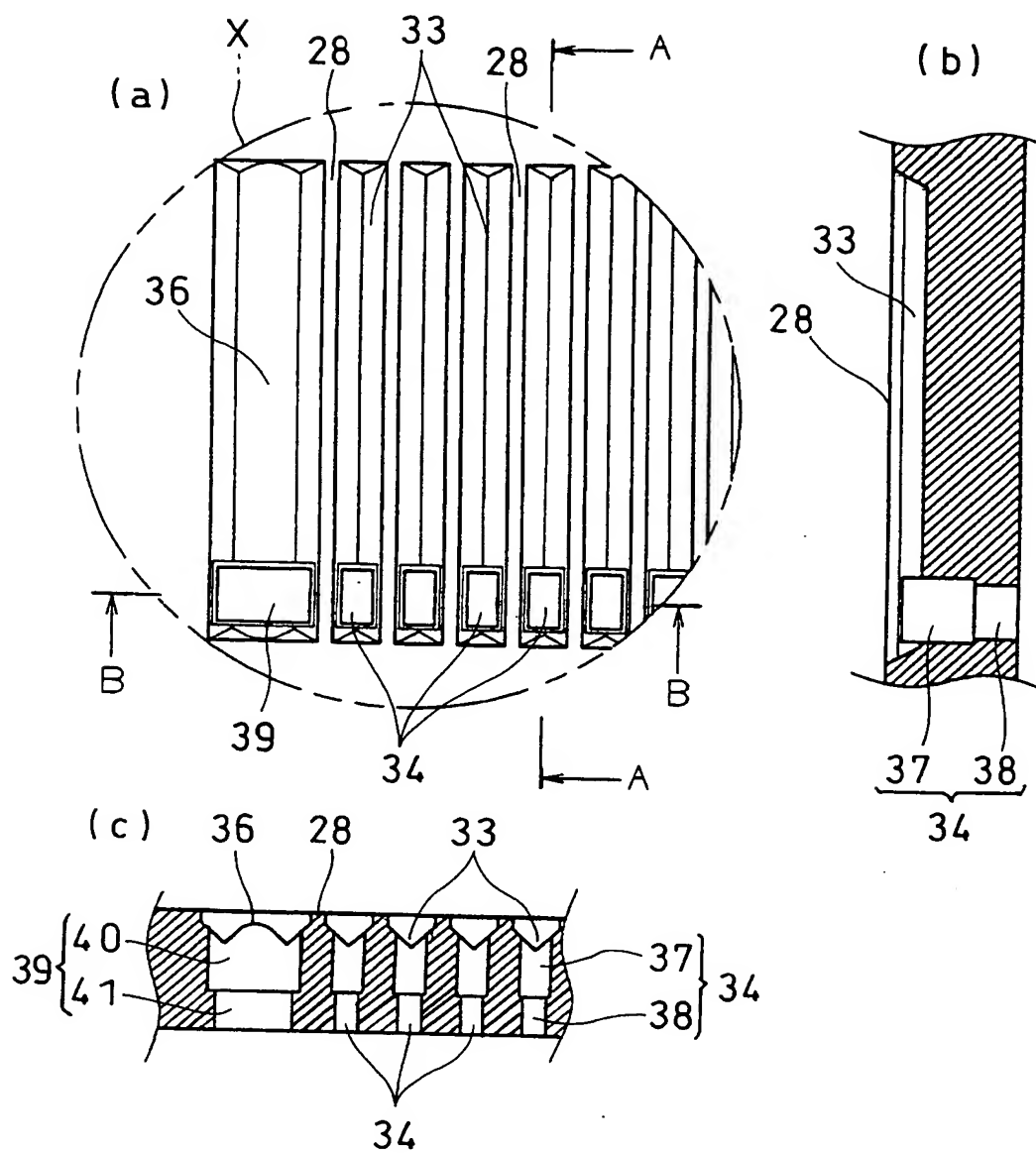
【図 3】



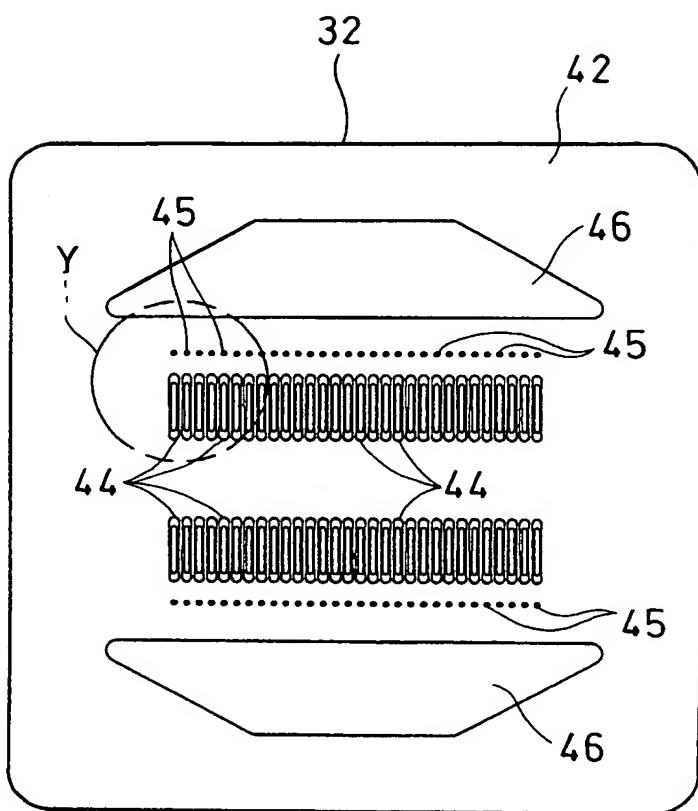
【図 4】



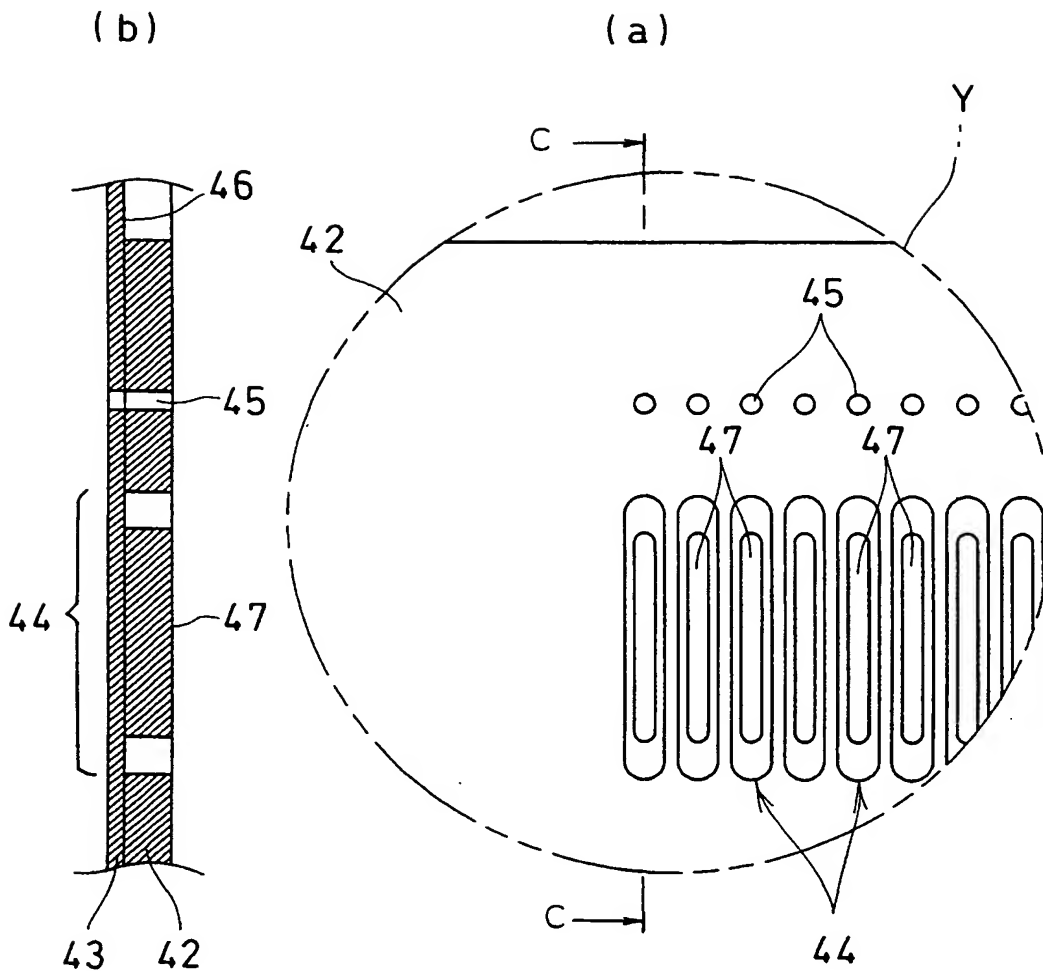
【図 5】



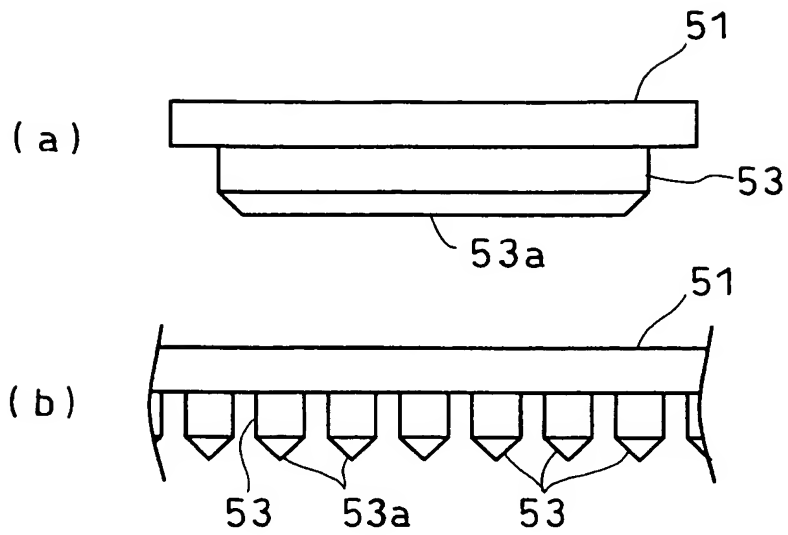
【図 6】



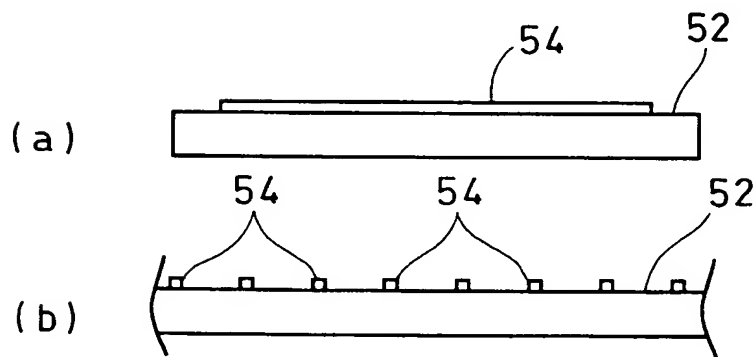
【図 7】



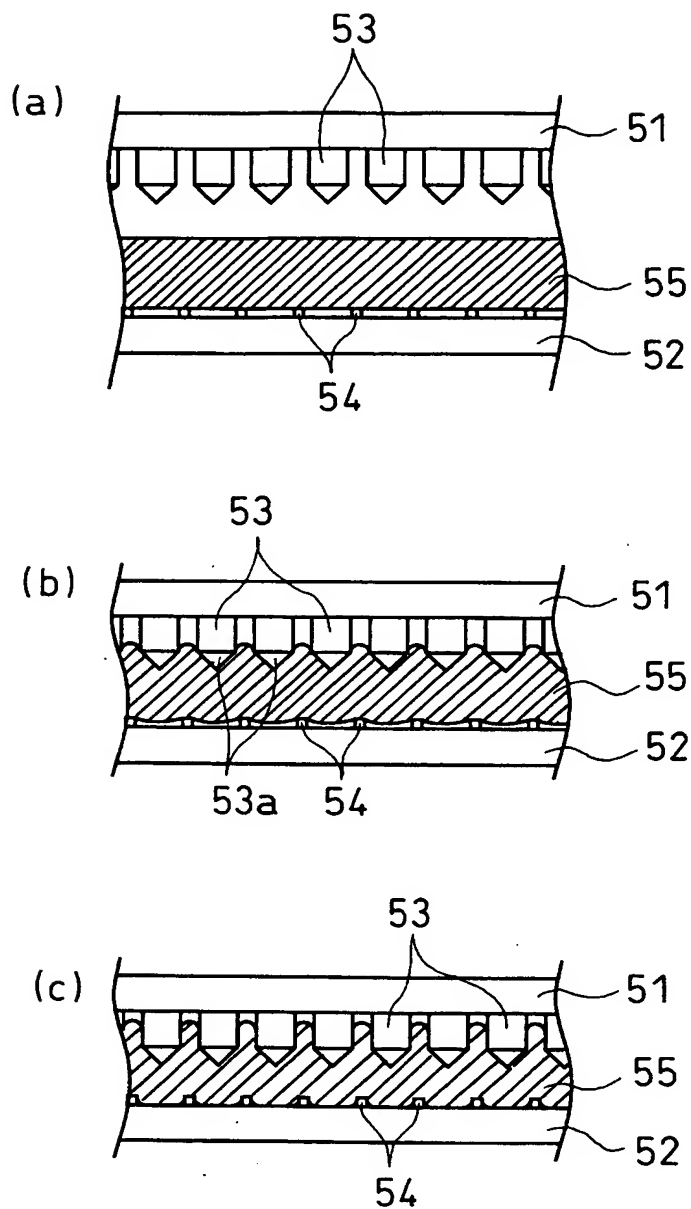
【図 8】



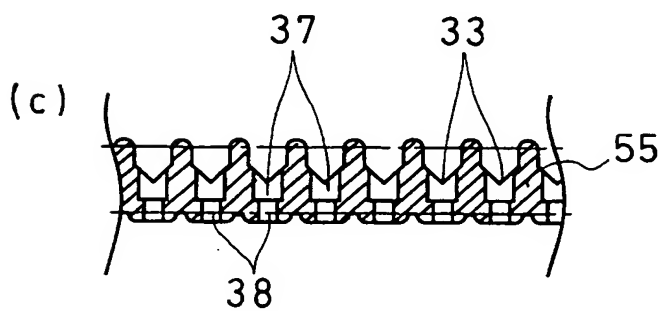
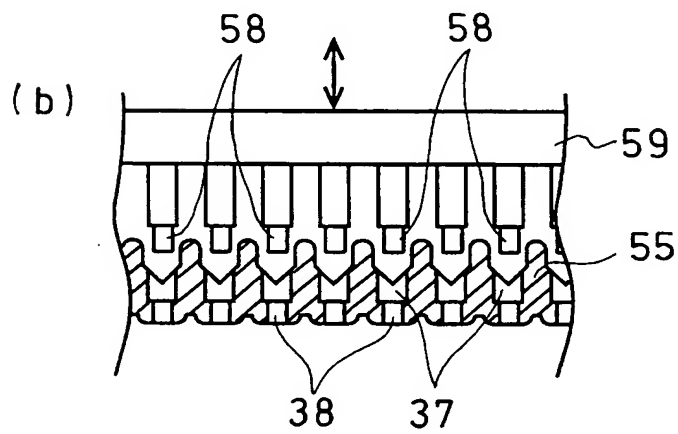
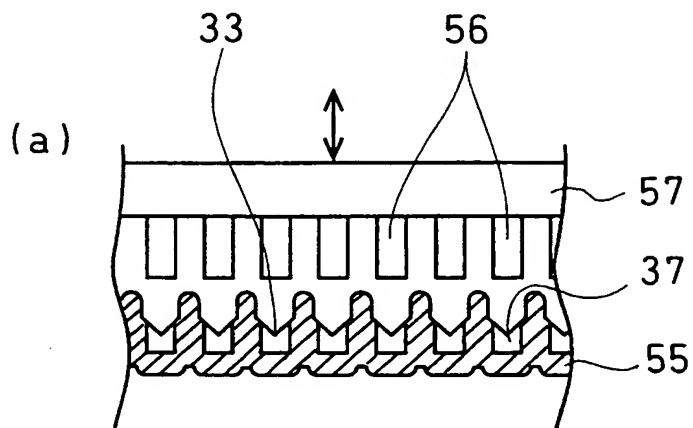
【図 9】



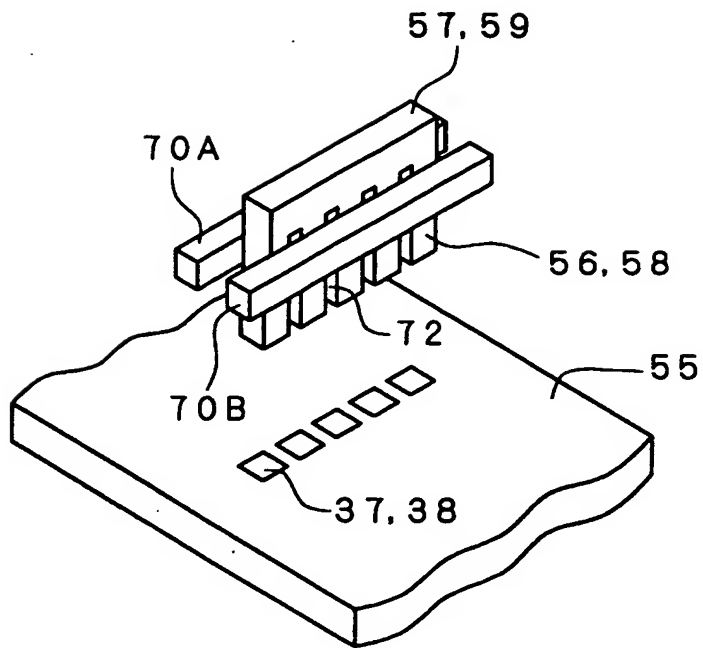
【図 10】



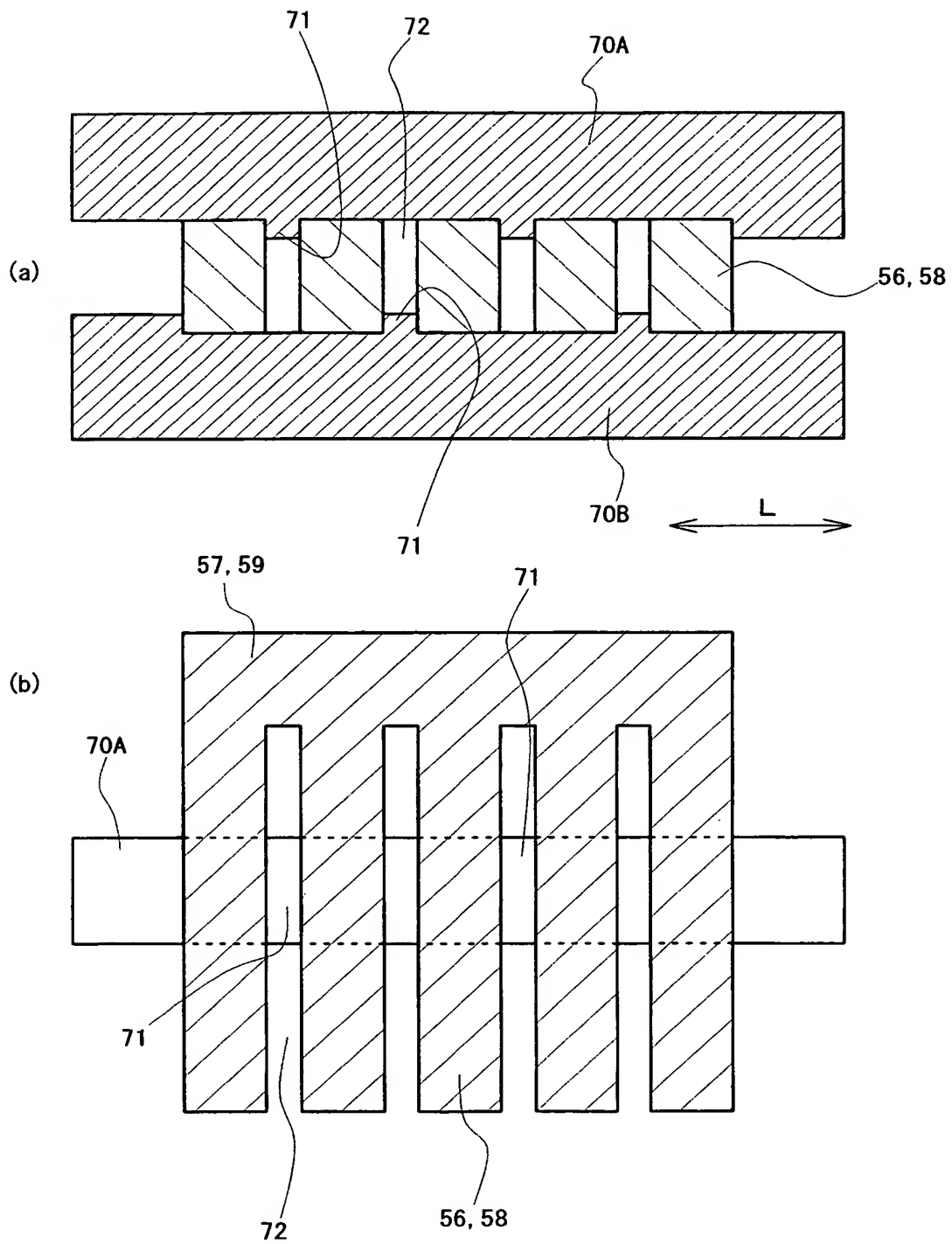
【図 11】



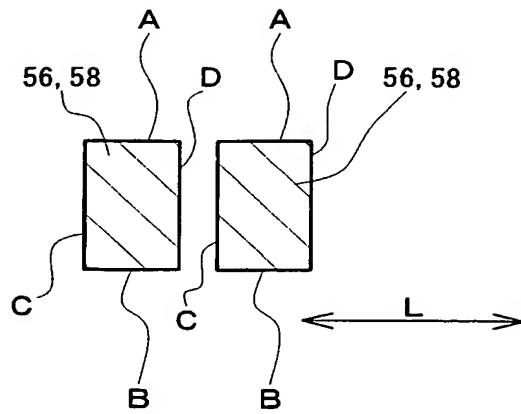
【図 12】



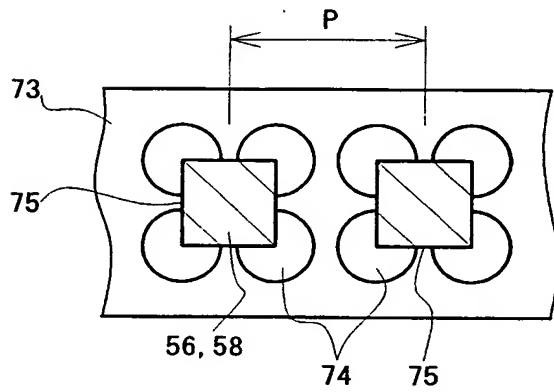
【図 13】



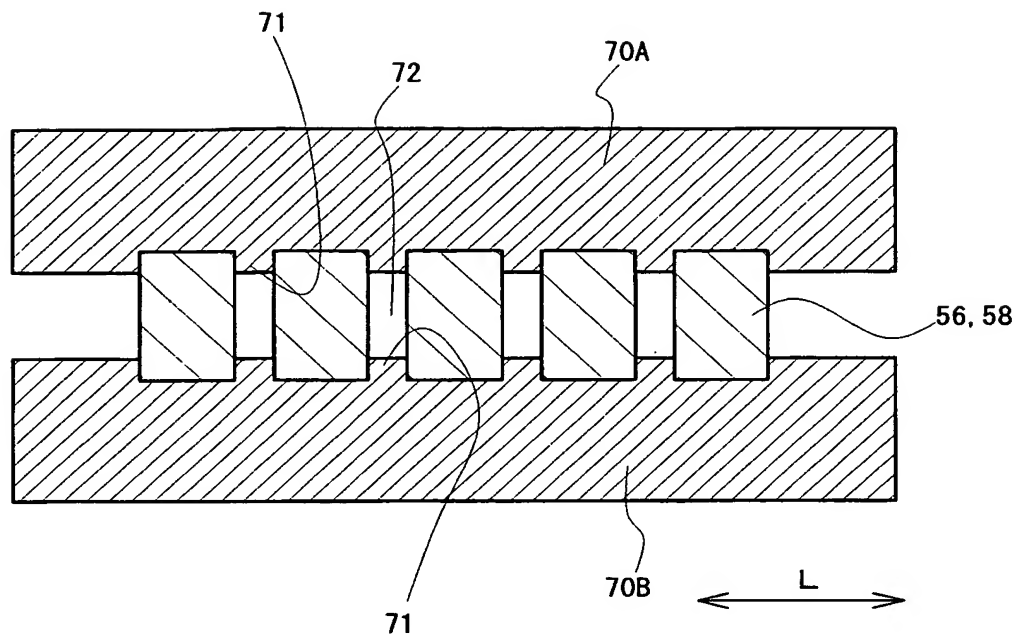
【図 1 4】



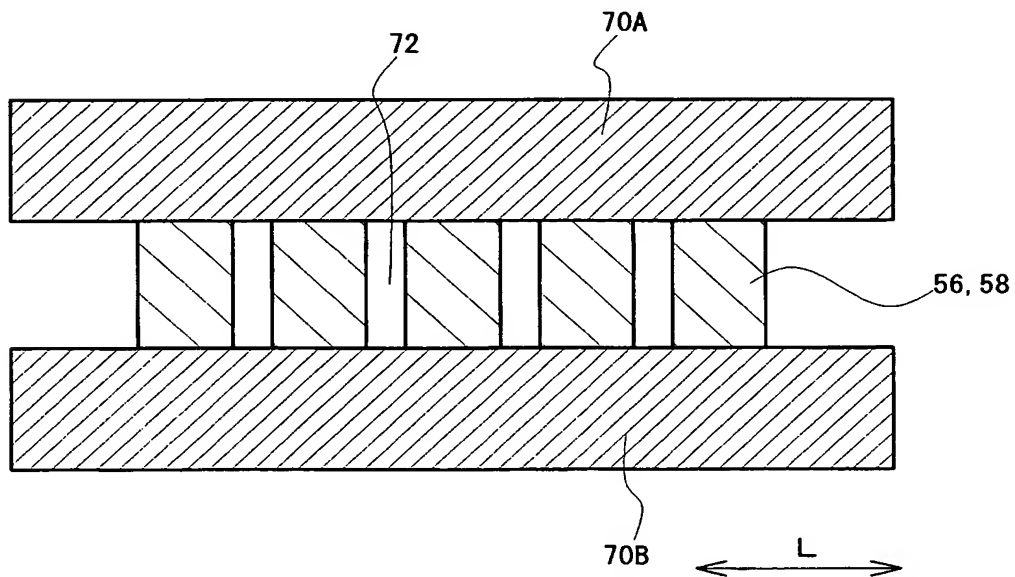
【図 1 5】



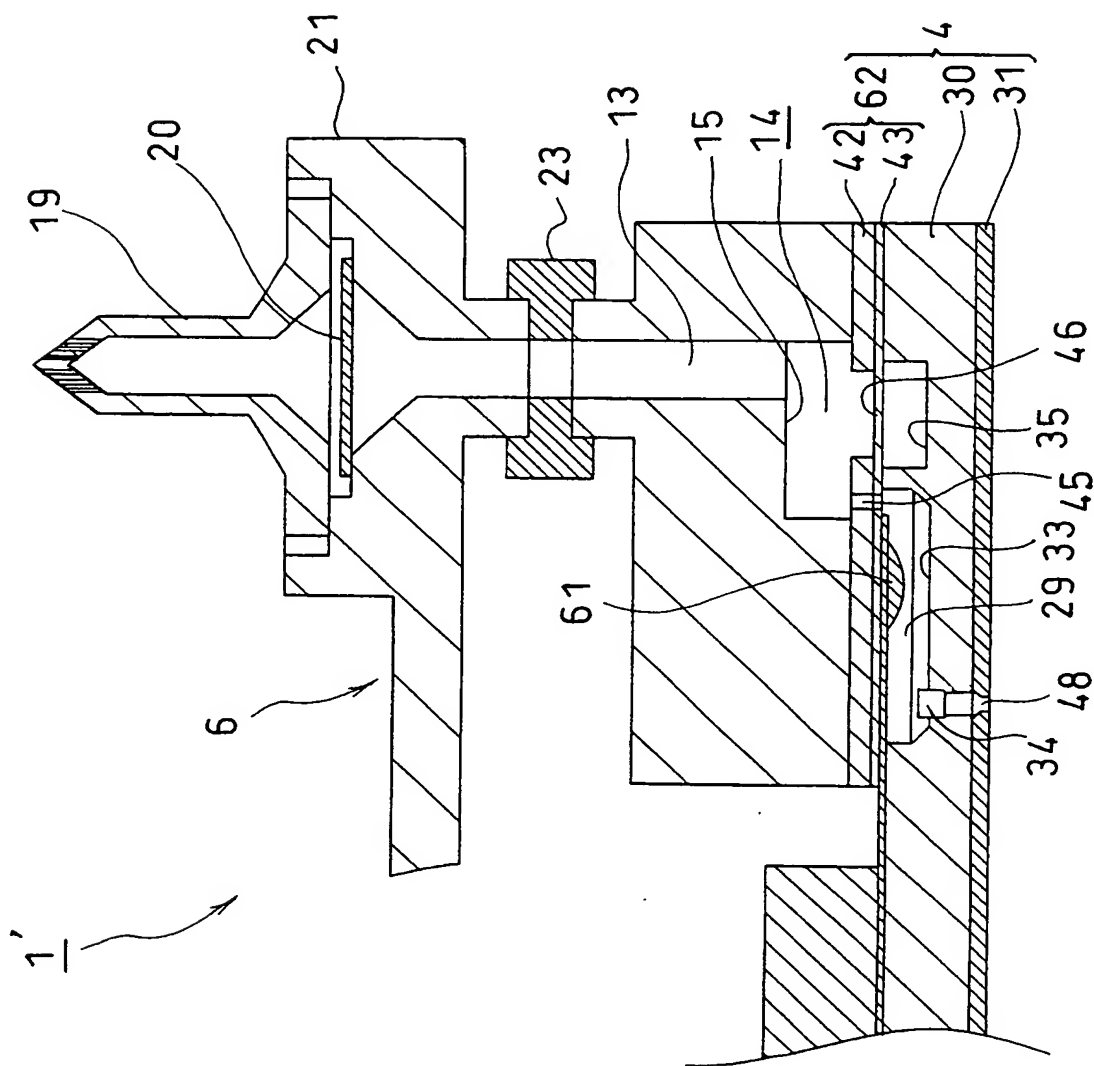
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 塑性加工により微細穴を精度よく形成することができる微細穴の穿設加工方法を提供する。

【解決手段】 プレス加工により金属基板 5 5 に微細穴を穿設加工する方法であって、矩形の断面形状を呈するポンチ 5 6, 5 8 を、側面が列設方向に沿うよう所定ピッチで列設し、上記列設されたポンチ 5 6, 5 8 の列設方向に沿った両側面をガイド部材 7 0 A, 7 0 B によりガイドし、ガイドされた状態で各ポンチ 5 6, 5 8 を金属基板 5 5 に押込むことにより、列状に並んだ開口形状矩形の微細穴を形成するようにしたため、加工によって生じる応力によるポンチ 5 6, 5 8 の曲がりや逃げが防止され、1 つ 1 つの微細穴の形状精度や寸法精度を向上させるとともに、列状の並んだ微細穴の配列精度も向上させ、ポンチ 5 6, 5 8 の磨耗や損傷も大幅に低減できる。

【選択図】 図 1 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 0
受付番号	5 0 2 0 1 2 5 1 1 1 2
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 4 年 9 月 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年 8月23日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社